

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
(LKPD) MENGGUNAKAN PENDEKATAN *SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*
(STEM) BERBANTUAN APLIKASI *PHYPHOX* UNTUK
MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP PADA
MATERI GELOMBANG BUNYI**

SKRIPSI

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



Diajukan Oleh:
ALI KHASAN AL FARISHI
NIM: 2008066019

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
(LKPD) MENGGUNAKAN PENDEKATAN *SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*
(STEM) BERBANTUAN APLIKASI *PHYPHOX* UNTUK
MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP PADA
MATERI GELOMBANG BUNYI**

SKRIPSI

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



Diajukan Oleh:
ALI KHASAN AL FARISHI
NIM: 2008066019

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ali Khasan Al Farishi

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering,
and Mathematics (STEM)* Berbantuan Aplikasi *Phyphox*
untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep pada Materi
Gelombang Bunyi**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali bagian yang lain yang di rujuk sumbernya,

Semarang, 19 Juni 2024

Pembuat Pernyataan,



Ali Khasan Al Farishi
NIM.2008066019



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

Alamat: Jln Prof. Dr. Hamka Km 1, Semarang Telp. 02476433366 Semarang 50185
Email: fst@walisongo.ac.id. Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik
(LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science*,
Technology, *Engineering*, and *Mathematics*
(STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* untuk
Meningkatkan Pemahaman Konsep pada
Materi Gelombang Bunyi

Penulis : Ali Khasan Al Farishi

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

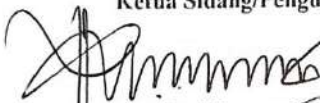
Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan
dalam Ilmu Fisika.

Semarang, 3 Juli 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji,

Sekretaris Sidang/Penguji,


Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.


Rina Susi Cahyawati, M.Pd.

NIP. 197602142008011011

NIP. 198705072020122003

Penguji Utama I,

Penguji Utama II,


Affa Ardhi Supriatna, M.Pd.


M. Izzatul Faqih, M.Pd.

NIP. 19900402019032018

NIP. 199205202023211030

Pembimbing I,


Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP. 19760214 200801 1 011

NOTA DINAS PEMBIMBING

Semarang, 19 Juni 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

Judul : Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep pada Materi Gelombang Bunyi

Nama : Ali Khasan Al Farishi

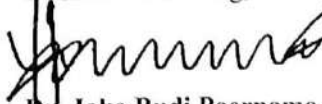
NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munaqosah

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing,



Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.

NIP. 19760214 200801 1 011

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian yang mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan pendekatan *Science, Thechnology, Enginering, and Mathematics* (STEM) dengan berbantuan aplikasi *Phyphox*. Pengembangan LKPD ini berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan di SMA Negeri 1 Semarang yang didapati nilai rata-rata peserta didik di setiap kelas pada mata pelajaran fisika masih rendah. Rendahnya rata-rata nilai peserta didik tersebut menandakan bahwa aspek pemahaman konsep dari peserta didik masih kurang, oleh karena itu dibutuhkan sebuah alat bantu untuk membantu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan desain pengembangan ADDIE. Teknik pengambilan sampel ini adalah *purposive sampling* dengan mengambil kelas XI-10 sebagai kelas Eksperimen dan kelas XI-12 sebagai kelas kontrol. Teknik pengambilan data menggunakan wawancara, tes, dan dokumentasi. Berdasarkan hasil validasi produk, secara keseluruhan aspek menghasilkan 0,92 dengan kriteria sangat tinggi. Berdasarkan hasil penelitian, didapati rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen adalah 85,20 dan kelas kontrol adalah 46,67. Hasil uji *independent sample t-test* didapati nilai signifikansi sebesar 0,00 yang artinya kurang dari 0,05 sehingga penelitian untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik ini berpengaruh. Pengujian dilanjutkan pada uji N-Gain didapati hasil sebesar 0.80 yang menandakan pada penelitian ini memiliki peningkatan yang tinggi. Pengujian *effect size* menghasilkan nilai 1,65 dengan kriteria efektifitas tinggi.

Kata Kunci: Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), STEM, Pemahaman Konsep, Aplikasi Android, *Phyphox*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikat nikmat iman, islam, dan ihsan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep pada Materi Gelombang Bunyi” dengan baik. Shalawat serta salam penulis junjungkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang dinantikan syafaatnya kelak di akhirat.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis mulai dari menyusun proposal, melaksanakan penelitian, hingga menulis skripsi ini. Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
3. Bapak Edi Daenuri Anwar, M.Si. selaku Ketua Prodi Pendidikan Fisika sekaligus dosen wali yang telah memberikan izin untuk menggunakan judul penelitian ini.

4. Bapak Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah membarikan waktu, tenaga, dan pemikirannya dalam membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
5. Ibu Dr. Susilawati, M.Pd. dan Ibu Istikomah M.Sc. yang berkenan menjadi validator ahli materi dan ahli media serta seluruh dosen, pegawai dan civitas akademik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama di bangku perkuliahan.
6. Bapak Dr. Kusno, S.Pd., M.Si. selaku Kepala SMA Negeri 1 Semarang dan Bapak Sigit, M.Pd. selaku Waka Kurikulum SMA Negeri 1 Semarang.
7. Bapak Supliyadi M.Pd., Ibu Handayani, M.Pd., Bapak Anang Budiarmo, M.Pd. selaku guru Fisika SMA Negeri 1 Semarang yang berkenan menjadi validator instrumen serta telah memberikan dukungan, kesempatan, dan kepercayaan kepada penulis.
8. Peserta didik kelas XI-10, XI-11, dan XI-12 tahun pelajaran 2023/2024 SMA Negeri 1 Semarang yang telah berkenan membantu penulis dalam penelitian untuk menjadi responden dan sampel penelitian.
9. Bapak Kamyanto dan Ibu Nasifah selaku orang tua dari penulis yang selalu memberikan dukungan berupa doa,

moral dan materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. M. Athour Rohman dan Leni Pratiwi, selaku kakak penulis serta keluarga besar penulis yang selalu memberi semangat kepada penulis agar bisa menyelesaikan studi sarjana ini.

10. Abah Zaenal Arifin dan Ibu Ismah selaku pengasuh Pondok Pesantren Al-Qur'an Al-Masthuriyah yang memberikan dukungan, motivasi serta doanya. Tidak lupa kepada teman-teman Pondok Pesantren Al-Qur'an Al-Masthuriyah khususnya kamar 12 (An-Nur) yang selalu memberikan saran dan semangatnya kepada penulis.
11. Teman-teman pendidikan Fisika angkatan 2020 khususnya kelas PF-A, PLP SMA Negeri 1 Semarang, Kelompok 5 KKN MIT-17 Desa Brambang (Keluarga Brambang) yang selalu memberikan saran kepada penulis, kemudian kepada teman-teman di UKM Risalah khususnya kepada pengurus dan kakak-kakak yang telah menemani proses penulis dari awal hingga menjadi Demisioner.
12. Semua pihak yang telah mendukung dan membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu. Semoga Allah SWT memberikan balasan atas amal kebaikan mereka.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan masukan atau kritik dan saran yang

membangun bagi semua pihak untuk menyempurnakan penulisan skripsi ini dan menyempurnakan penulisan pada karya artikel berikutnya. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan para pembaca. *Aaamiiin ya robbal alamin.*

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 19 Juni 2024
Penulis,

Ali Khasan Al Farishi
NIM.2008066019

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
NOTA DINAS PEMBIMBING.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	8
C. Batasan Masalah	9
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan	9
F. Manfaat	10
G. Asumsi Pengembangan	11
H. Spesifikasi Produk	11
BAB II LANDASAN PUSTAKA	13
A. Kajian Teori	13
1. Pemahaman Konsep	13
2. Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematic</i> (STEM)	15
3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	22
4. Aplikasi <i>Phyphox</i>	28
5. Gelombang Bunyi	30
B. Kajian Pustaka	47
C. Kerangka Berpikir	50

BAB III METODOLOGI	53
A. Jenis Penelitian	53
B. Prosedur Penelitian	54
C. Populasi dan Sampel	59
D. Definisi Operasional Variabel	59
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	60
F. Instrumen Penelitian	61
G. Validitas dan Reliabilitas Instrumen	63
H. Teknik Analisis Data.....	67
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN	75
A. Deskripsi Hasil Penelitian	75
B. Hasil Uji Coba Produk	87
C. Revisi Produk	104
D. Kajian Akhir Produk	115
E. Keterbatasan penelitian	137
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	139
A. Simpulan Tentang Produk	139
B. Saran Pemanfaatan Produk	140
C. Deseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut	140
DAFTAR PUSTAKA	142
LAMPIRAN	155

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Indikator Pemahaman Konsep.....	14
Tabel 2.2	Kisi-kisi Penilaian LKPD.....	27
Tabel 3.1	Indikator dan Kriteria Pemahaman Konsep.	62
Tabel 3.2	Tabel Kriteria <i>product moment</i>	65
Tabel 3.3	Tabel Kriteria Tingkat Kesukaran Soal.....	66
Tabel 3.4	Tabel Kriteria Daya Beda.....	66
Tabel 3.5	Skala Angket Lembar Validasi.....	67
Tabel 3.6	Interpretasi Kriteria Kepraktisan.....	69
Tabel 3.7	Kriteria Gain.....	73
Tabel 3.8	Kriteria <i>Effect Size</i>	74
Tabel 4.1	Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran.....	77
Tabel 4.2	Penilaian Validasi Secara Keseluruhan.....	92
Tabel 4.3	Persentase Kelayakan LKPD.....	93
Tabel 4.4	Hasil Analisis Validitas Butir Soal.....	94
Tabel 4.5	Hasil Uji Tingkat Kesukaran.....	95
Tabel 4.6	Hasil Uji Daya Beda Soal.....	96
Tabel 4.7	Rincian Soal Setiap Indikator Pemahaman Konsep.....	96
Tabel 4.8	Hasil Uji Normalitas.....	98
Tabel 4.9	Hasil Uji <i>Effect Size</i>	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tampilan Produk Phyphox	29
Gambar 2.2	Tampilan Menu Percobaan yang Bisa Digunakan	30
Gambar 2.3	Frekuensi pada pipa organa	40
Gambar 2.4	Frekuensi pada pipa organa tertutup	42
Gambar 2.5	Kerangka Berpikir Penelitian	52
Gambar 3.1	Alur Model Pengembangan ADDIE	53
Gambar 4.1	Cover Depan dan Belakang	79
Gambar 4.2	Peta Konsep LKPD	80
Gambar 4.3	Grafik Nilai Validasi Ahli Materi	89
Gambar 4.4	Grafik Nilai Validasi Ahli Media	90
Gambar 4.5	Grafik Nilai Validasi Ahli Materi dan Ahli Media Tiap Aspek	91
Gambar 4.6	Hasil Uji Sample t-test	101
Gambar 4.7	Hasil Uji N-Gain	103
Gambar 4.8	Cover LKPD sebelum dan sesudah revisi	105
Gambar 4.9	Peta Konsep Sebelum dan Sesudah Revisi	106
Gambar 4.10	Penguatan peran aplikasi Phyphox	107
Gambar 4.11	Penambahan contoh aplikasi gelombang bunyi sebelum dan sesudah revisi	108
Gambar 4.12	Penambahan Penurunan Persamaan untuk Menguatkan aspek <i>science</i>	109
Gambar 4.13	Penambahan Tabulasi Data pada aspek <i>mathematics</i>	110
Gambar 4.14	LKPD dibuat lebih berwarna	111
Gambar 4.15	Pemberian Batasan STEM dan antar subbab	112
Gambar 4.16	Pemberian judul pada gambar dan dituju pada teks	112
Gambar 4.17	Pemberian nomor pada setiap persamaan	113

Gambar 4.18	Pemberian tujuan kegiatan pada masing-masing lembar kerja	114
Gambar 4.19	Gambar pada ilustrasi diperjelas lagi	114
Gambar 4.20	Pemberian ukuran yang sama pada tiap gambar	115
Gambar 4.21	Cover Depan LKPD	127
Gambar 4.22	Halaman Penulis LKPD	128
Gambar 4.23	Kata Pengantar LKPD	128
Gambar 4.24	Daftar Isi LKPD	129
Gambar 4.25	Peta Konsep LKPD	129
Gambar 4.26	Petunjuk Penggunaan LKPD	130
Gambar 4.27	Petunjuk Pemasangan Aplikasi	131
Gambar 4.28	Capaian Pembelajaran LKPD	132
Gambar 4.29	Tujuan Pembelajaran	132
Gambar 4.30	Materi pada LKPD	133
Gambar 4.31	Lembar Kerja Peserta Didik 1	134
Gambar 4.32	Lembar Kerja Peserta Didik 1	134
Gambar 4.33	Lembar Kerja Peserta Didik 3	135
Gambar 4.34	Glosarium Pada LKPD	136
Gambar 4.35	Daftar Pustaka LKPD	136
Gambar 4.36	Cover Belakang LKPD	137

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Keterangan Penunjukan Pembimbing	155
Lampiran 2	Surat Izin Pra Riset	156
Lampiran 3	Hasil Wawancara Pra Riset	157
Lampiran 4	Lembar Persetujuan Proposal Oleh Pembimbing	163
Lampiran 5	Lembar Pengesahan Revisi Seminar Proposal	164
Lampiran 6	Surat Izin Riset SMA Negeri 1 Semarang	165
Lampiran 7	Surat Izin Riset Dinas Pendidikan Wilayah I Jawa Tengah	166
Lampiran 8	Surat Rekomendasi Izin Riset Dinas Pendidikan Wilayah I Jawa Tengah	167
Lampiran 9	Surat Penunjukan Validator	168
Lampiran 10	Surat Pernyataan Telah Melakukan Validasi	169
Lampiran 11	Surat Disposisi Riset SMA Negeri 1 Semarang	174
Lampiran 12	Surat Keterangan Telah Melakukan Riset di SMA Negeri 1 Semarang	175
Lampiran 13	Kisi-kisi Instrumen Soal Pemahaman Konsep	176
Lampiran 14	Instrumen Soal Uji Coba Pemahaman Konsep	190
Lampiran 15	Kunci Jawaban Instrumen Soal Pemahaman Konsep	196
Lampiran 16	Pedoman Penskoran Instrumen Pemahaman Konsep	206
Lampiran 17	Kartu Soal Tes Pemahaman Konsep	213
Lampiran 18	Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Materi dan Ahli Media	232
Lampiran 19	Kisi-Kisi Lembar Validasi Instrumen Tes Pemahaman Konsep	234

Lampiran 20	Petunjuk Pengisian Lembar Validasi Ahli Materi dan Ahli Media	235
Lampiran 21	Petunjuk Pengisian Lembar Validasi Instrumen Tes	236
Lampiran 22	Angket Validasi Ahli Materi dan Ahli Media	237
Lampiran 23	Lembar Validasi Instrumen Tes Pemahaman Konsep	249
Lampiran 24	Hasil Validasi Angket Ahli Materi dan Ahli Media	253
Lampiran 25	Hasil Validasi Instrumen Tes Pemahaman Konsep	305
Lampiran 26	Hasil Analisis Validitas Isi Media Berdasarkan Analisis Aiken's V Dari Ahli Materi dan Ahli Media	325
Lampiran 27	Hasil Analisis Persentase Kelayakan LKPD	328
Lampiran 28	Hasil Analisis Validitas Isi Instrumen Tes Pemahaman Konsep	329
Lampiran 29	Hasil Analisis Validitas, Reliabilitas, Tingkat Kesukaran, dan Daya Beda Soal	344
Lampiran 30	Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Uji Pemahaman Konsep	348
Lampiran 31	Hasil Analisis Normalitas Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	351
Lampiran 32	Hasil Analisis Homogenitas Kelas Eksperimen dan Kontrol	352
Lampiran 33	Hasil Analisis Uji <i>Independent Sample t-test</i>	353
Lampiran 34	Hasil Analisis N-Gain Kelas Eksperimen dan Kontrol	355
Lampiran 35	Hasil Analisis <i>Effect Size</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol	356
Lampiran 36	Modul Ajar Kelas Eksperimen	357
Lampiran 37	Modul Ajar Kelas Kontrol	372

Lampiran 38	Hasil Produk Lembar Kerja Peserta Didik Menggunakan Pendekatan STEM Berbantuan Aplikasi Phyphox	383
Lampiran 39	Hasil Kegiatan Belajar Peserta Didik Menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik Menggunakan Pendekatan STEM berbantuan Aplikasi Phyphox	425
Lampiran 40	Lembar Jawaban Peserta Didik Uji Coba Soal Skala Kecil	445
Lampiran 41	Lembar Jawaban <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	449
Lampiran 42	Lembar Jawaban <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	450
Lampiran 43	Lembar Jawaban <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	455
Lampiran 44	Lembar Jawaban <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	458
Lampiran 45	Dokumentasi Pengambilan Data Penelitian	462
Lampiran 46	Daftar Riwayat Hidup	465

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari sifat-sifat materi, energi, gerak, dan interaksi di antara mereka. Pelajaran fisika memiliki peran yang sangat penting dalam pemahaman tentang alam semesta ini (Puspitasari, 2019). Materi yang abstrak dan kompleks seringkali menjadi hambatan utama dalam memahami konsep-konsep fisika (Azizah *et al.*, 2015). Salah satu materi yang dianggap sulit dan abstrak oleh peserta didik adalah materi gelombang bunyi.

Gelombang bunyi merupakan salah satu materi fisika yang membutuhkan analisis mendalam dan pemahaman dasar materi itu sendiri, sehingga diperlukan kemampuan pemahaman konsep dan mampu mengaitkannya dalam kehidupan sehari-hari (Widiyanto *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil wawancara yang menunjukkan bahwa masih banyak peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memahami materi pembelajaran khususnya pada materi gelombang bunyi. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Astuti dkk (2020) menunjukkan bahwa peserta didik masih belum mencapai ketuntasan minimal. Penelitian yang dilakukan di dua sekolah yang berbeda menunjukkan hasil persentase ketuntasan peserta didik pada materi gelombang

hanya 31,03% dan 6,45%. Nilai tersebut masih jauh dibawah target ketuntasan. Permasalahan tersebut sangat berkaitan dengan kesulitan belajar peserta didik dan pemahaman konsep pada materi yang ada.

Penelitian yang dilakukan oleh Yulianti dan Gunawan mengungkapkan bahwa setiap peserta didik selain harus aktif, harus juga memahami konsep yang diajarkan oleh gurunya. Pemahaman konsep itu nantinya dapat berpengaruh terhadap hasil ulangan yang diberikan (Yulianti & Gunawan, 2019). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yulianti dan Gunawan, penelitian yang dilakukan oleh Harefa, dkk. menyebutkan bahwa keberhasilan sebuah pembelajaran sangat dipengaruhi oleh pemahaman konsep yang ditangkap oleh peserta didik (Harefa *et al.*, 2022).

Pemahaman konsep peserta didik bukanlah sekadar sebuah analisis, tetapi merupakan fondasi yang memungkinkan pendidik untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang inklusif, adaptif, dan responsif terhadap kebutuhan individu (Suraji *et al.*, 2018). Pendidikan dapat menjadi lebih bermakna dan efektif ketika proses pembelajaran memperhatikan perbedaan dan keunikan setiap peserta didik (Mustaqim & Kurniawan, 2017).

Pendekatan proses pembelajaran memiliki peranan yang sangat penting dalam membentuk kesuksesan peserta didik dalam memahami materi pelajaran (Djalal, 2017).

Beragam pendekatan pembelajaran digunakan oleh para pendidik untuk menciptakan lingkungan belajar yang memotivasi, interaktif, dan efektif bagi perkembangan intelektual siswa (Afsari *et al.*, 2021). Setiap peserta didik memiliki gaya belajar yang berbeda, dan pendekatan pembelajaran yang beragam dapat membantu menjangkau berbagai tipe pembelajar, mulai dari pendekatan konvensional yang menekankan pada pengajaran langsung hingga metode-metode inovatif yang memanfaatkan teknologi atau pendekatan kreatif, semua bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan peserta didik (Ibrahim *et al.*, 2020).

Kemajuan teknologi dan pengetahuan ilmiah terus berkembang dengan cepat, pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) telah muncul sebagai salah satu pendekatan yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam proses pembelajaran (Davidi *et al.*, 2021). Pendekatan ini bertujuan untuk membekali peserta didik dengan keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi tantangan dunia modern yang semakin kompleks dan berubah dengan cepat (Sartika, 2019). Pendekatan STEM menempatkan penekanan pada pembelajaran berbasis proyek, eksperimen, dan aplikasi praktis yang menghubungkan konsep-konsep sains dan matematika dengan kehidupan sehari-hari. Peserta didik tidak

hanya diajarkan konsep-konsep teoritis, tetapi juga diajak untuk menerapkan pengetahuan tersebut dalam situasi nyata melalui pendekatan ini (Izzati *et al.*, 2019).

Salah satu ciri khas utama pendekatan STEM adalah penekanan pada pembelajaran berbasis proyek atau *hands-on*, peserta didik terlibat dalam proyek-proyek praktis yang menuntut mereka untuk merancang, memecahkan masalah, serta mengaplikasikan konsep-konsep sains dan matematika dalam situasi nyata (Alifa *et al.*, 2018). Peserta didik tidak hanya belajar konsep-konsep teoritis, tetapi juga mengalami konsep-konsep tersebut dapat diterapkan dalam konteks dunia nyata. Pendekatan STEM juga menekankan pada kolaborasi dan komunikasi antar peserta didik (Yasifa *et al.*, 2023). Peserta didik diberi kesempatan untuk bekerja dalam tim, berkolaborasi, dan saling berbagi ide untuk mencapai tujuan bersama.

Pendekatan STEM akan lebih efektif lagi ketika adanya media pendukung dalam kegiatan pembelajaran. Salah satu media ataupun perangkat pembelajaran tersebut adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD menjadi salah satu instrumen penting yang digunakan oleh pendidik untuk memfasilitasi proses pembelajaran. LKPD merangkum serangkaian tugas, latihan, atau aktivitas yang dirancang dengan tujuan untuk mendukung pemahaman dan penguasaan peserta didik terhadap materi pelajaran yang diajarkan

(Suryaningsih & Nurlita, 2021). Peran LKPD sangatlah penting dalam memperkuat proses belajar-mengajar. Pendidik dapat menyajikan informasi dengan cara yang terstruktur dan sistematis kepada peserta didik melalui LKPD (Sari *et al.*, 2020). LKPD dirancang untuk memberikan arahan yang jelas dan tugas yang terarah, sehingga memungkinkan peserta didik untuk belajar mandiri dengan fokus pada tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan (Susilawati, 2022).

Penggunaan LKPD yang efektif memerlukan perencanaan dan desain yang baik. Pendidik perlu memperhatikan tujuan pembelajaran, gaya belajar peserta didik, serta keterampilan dan tingkat kesulitan yang sesuai dengan kemampuan peserta didik dalam merancang LKPD yang efektif (Dermawati *et al.*, 2019). LKPD dapat menjadi alat yang bermanfaat dalam meningkatkan kualitas pembelajaran jika dengan pemilihan pendekatan yang tepat. LKPD memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar secara mandiri. Tugas atau latihan yang dihadirkan dalam LKPD, peserta didik diberi kesempatan untuk merespons materi pelajaran dengan kecepatan mereka sendiri (Susilawati, 2022). Kegiatan ini memungkinkan setiap peserta didik untuk belajar sesuai dengan gaya dan kecepatan belajar masing-masing.

Pendekatan STEM yang diintegrasikan dengan media pembelajaran menjadi pendekatan yang semakin diminati

dalam dunia pendidikan. Kombinasi antara sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam suatu konteks pembelajaran yang didukung oleh media, memungkinkan peserta didik untuk terlibat dalam proses belajar yang berkesan (Kurniawan & Susanti, 2021). Penggunaan LKPD yang didesain dengan pendekatan STEM, serta didukung oleh media pembelajaran, menawarkan pengalaman belajar yang holistik dan mendalam (Setiani *et al.*, 2021).

Peran media pembelajaran masa kini menjadi semakin penting dalam mendukung proses pembelajaran yang beragam dan menarik bagi peserta didik dalam dunia pembelajaran yang terus berkembang (Tafonao, 2018). Media pembelajaran mencakup berbagai alat, sumber, dan teknologi yang digunakan untuk menyampaikan informasi, memfasilitasi pemahaman konsep, serta meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran (Aghni, 2018). Penggunaan media pembelajaran memiliki dampak yang signifikan dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran, melalui penggunaan gambar, audio, video, animasi, permainan edukatif, dan teknologi digital lainnya, konsep-konsep yang abstrak dapat divisualisasikan, ide-ide dapat disampaikan dengan cara yang lebih menarik, serta materi pembelajaran dapat disajikan dalam berbagai format yang memungkinkan beragam gaya belajar peserta didik terakomodasi (Firmadani, 2020).

Salah satu media pembelajaran yang bisa dipakai adalah aplikasi *Phyphox*. *Phyphox* merupakan aplikasi yang dirancang untuk membantu pengguna dalam melakukan eksperimen fisika menggunakan perangkat mobile (Valerius *et al.*, 2023). Kelebihan aplikasi ini adalah mampu menyediakan berbagai eksperimen fisika yang dapat dilakukan oleh pengguna, seperti pengukuran percepatan, getaran dan gelombang, medan magnetik, suhu, dan masih banyak lagi (Taufiq *et al.*, 2023). Kemudahan bagi pengguna dalam menggunakannya merupakan kelebihan tersendiri dari aplikasi ini jika dibandingkan dengan aplikasi serupa (Suoth *et al.*, 2023).

Kegiatan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis STEM yang dibantu oleh media pembelajaran, peserta didik diberikan kesempatan untuk mengaplikasikan teori-teori yang dipelajari dalam LKPD ke dalam konteks praktis, menguatkan pemahaman, dan memperluas perspektif mereka terhadap konsep-konsep STEM (Sari *et al.*, 2020). Peserta didik kemudian dapat memahami konsep-konsep fisika yang masih bersifat abstrak secara utuh.

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan dengan guru di SMA Negeri 1 Semarang didapatkan informasi bahwa, peserta didik tidak dapat menerima konsep materi gelombang bunyi dengan baik. Konsep yang tidak dapat diterima dengan baik terjadi akibat tidak adanya pendekatan

pembelajaran yang digunakan dan media pendukung pembelajaran. Masalah tersebut ditambah dengan penyajian materi gelombang bunyi yang tidak dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga peserta didik butuh usaha ekstra dalam memahami konsep gelombang bunyi (Budiarso dan Supliyadi, wawancara 25 Juli 2023).

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, maka dapat dilakukan penelitian tentang pengembangan LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* pada materi Gelombang Bunyi. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan LKPD dengan menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Pembelajaran di kelas yang masih dilakukan dengan komunikasi satu arah.
2. Materi gelombang bunyi merupakan pelajaran yang dianggap sulit dan abstrak oleh peserta didik.
3. Pendidik belum pernah mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering*, dan *Mathematic* (STEM) dalam kegiatan pembelajaran.

C. Batasan Masalah

1. Objek penelitian ini terbatas pada pengembangan LKPD yang menggunakan pendekatan STEM pada materi gelombang bunyi
2. Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Semarang
3. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil uji kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox*?
2. Bagaimana efektivitas dari Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi?

E. Tujuan

1. Untuk mengetahui hasil uji kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox*.
2. Untuk mengetahui efektivitas dari Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi.

F. Manfaat

Penelitian pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik ini bermanfaat sebagai berikut:

1. LKPD dapat menambah pengetahuan penulis secara mendalam tentang pengetahuan pengembangan LKPD dan penggunaan aplikasi *Phyphox* dalam konteks pembelajaran. Penelitian ini juga memungkinkan penulis untuk menciptakan inovasi dalam pembelajaran.
2. LKPD berbantuan aplikasi *Phyphox* dapat mendorong interaksi dan partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran. Aplikasi *Phyphox* dapat memberikan umpan balik secara real-time kepada siswa tentang kemajuan mereka, memberikan motivasi tambahan, dan membangkitkan rasa tanggung jawab terhadap pembelajaran mereka sendiri.
3. Penggunaan LKPD yang dilengkapi dengan aplikasi *Phyphox*, diharapkan pembelajaran dapat menjadi lebih efektif. Aplikasi tracker dapat memberikan pemantauan dan pengawasan langsung terhadap kemajuan belajar siswa, memungkinkan guru untuk melacak dan mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan.
4. Penelitian ini dapat memberikan masukan berharga untuk pengembangan kurikulum yang memanfaatkan LKPD berbantuan aplikasi. Peneliti selanjutnya dapat

mengeksplorasi cara integrasi pendekatan ini dalam kurikulum yang lebih luas dan mempertimbangkan konten pembelajaran yang spesifik.

G. Asumsi Pengembangan

Produk yang diharapkan dalam penelitian ini berupa LKPD menggunakan pendekatan STEM dengan hasil yang diharapkan sebagai berikut:

1. Pengembangan LKPD dengan pendekatan STEM telah memenuhi kriteria validitas berdasarkan hasil validasi oleh ahli media dan ahli materi.
2. Pengembangan LKPD menggunakan pendekatan STEM memiliki tingkat efektivitas tinggi dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.
3. Pengembangan LKPD dengan pendekatan STEM pada materi gelombang bunyi mampu menjadi media yang efektif untuk mendukung kegiatan pembelajaran dan membantu peserta didik memahami konsep-konsep dalam materi tersebut.

H. Spesifikasi Produk

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah bahan ajar berupa LKPD dengan pendekatan STEM pada materi gelombang bunyi. Adapun spesifikasi produk yang dikembangkan antara lain:

1. LKPD dibuat dalam bentuk *hard file*. LKPD di cetak dengan kertas ukuran A4 bolak-balik dan berwarna.

2. LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* yang lebih memudahkan dalam memahami materi gelombang bunyi
3. LKPD dilengkapi dengan kegiatan percobaan dan latihan soal

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pemahaman Konsep

a. Pengertian Pemahaman Konsep

Pemahaman terhadap konsep peserta didik melibatkan pengamatan yang seksama terhadap aspek fisik, intelektual, emosional, sosial, dan spiritual. Pendidik dapat merancang strategi pembelajaran yang sesuai dan memberikan dukungan yang tepat guna mengoptimalkan potensi serta kesejahteraan setiap peserta didik (Khairunnisa *et al.*, 2022). Pemahaman terhadap konsep peserta didik juga berimplikasi pada penggunaan pendekatan dan metode pembelajaran yang beragam, sehingga memungkinkan pendidik untuk menyesuaikan proses pembelajaran sesuai dengan kebutuhan individu, memperhatikan gaya belajar yang berbeda, dan memberikan ruang bagi perkembangan kemampuan serta kreativitas peserta didik (Nasution *et al.*, 2024).

b. Indikator Pemahaman Konsep

Indikator pemahaman konsep menurut Anderson dan Krathwohl memiliki tujuh indikator (Anderson & Krathwohl, 2001) dalam Tabel 2.1:

Tabel 2. 1 Indikator Pemahaman Konsep

Variabel	Indikator Pemahaman Konsep	Kriteria
Kemampuan Pemahaman Konsep	Menafsirkan (<i>Interpreting</i>)	Siswa mampu mengubah kalimat ke gambar dan gambar ke kalimat
	Memberi Contoh (<i>Exemplifying</i>)	Memberikan contoh mengenai konsep secara umum Mengidentifikasi ciri-ciri khusus
	Mengelompokkan (<i>Classifying</i>)	Mengolongkan konsep umum
	Menggeneralisasikan (<i>Summarizing</i>)	Memberikan kesimpulan secara umum
	Menarik Inferensi (<i>Inferring</i>)	Memberikan kesimpulan logis
	Membandingkan (<i>Comparing</i>)	Menunjukkan perbedaan antara dua objek
	Menjelaskan (<i>Explaining</i>)	Menjelaskan hubungan sebab akibat

c. Tingkat Pemahaman Konsep

Pemahaman konsep adalah bentuk pembelajaran yang lebih maju daripada pembelajaran pengetahuan. Pemahaman ini dapat diklasifikasikan

ke dalam tiga kategori (Haidir & Salim, 2014), yaitu:

- 1) Translasi, yakni kemampuan untuk mengonversi simbol-simbol menjadi bentuk lain tanpa mengubah artinya, misalnya, kata-kata (verbal) diubah menjadi gambar, diagram, atau grafik.
- 2) Interpretasi, yaitu kemampuan untuk menguraikan makna yang terdapat dalam simbol, baik verbal maupun nonverbal. Seseorang dapat menginterpretasikan suatu konsep atau prinsip dengan baik jika ia mampu menjelaskan makna atau konsep tersebut secara rinci.
- 3) Ekstrapolasi, yaitu kemampuan untuk mengenali kecenderungan atau perkembangan berdasarkan suatu temuan.

2. Pendekatan Pembelajaran *Science, Technologies, Engineering, and Mathematic* (STEM)

a. Pengertian Pendekatan STEM

STEM merupakan kepanjangan dari *science, technology, engineering, and mathematics*. STEM merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang diperkenalkan oleh administrator ilmiah di *National Science Federation* Amerika Serikat pada tahun

2001. Pengertian dari masing-masing huruf STEM dijelaskan sebagai berikut (Dugger & Fellow, 2010):

- 1) *S-Sains* adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan alam. Pengetahuan sains merupakan pengetahuan yang dijadikan dasar terbentuknya teknologi melalui sebuah penelitian atau uji coba pada sebuah penentuan sifat dasar atau prinsip kerja tertentu.
- 2) *T-Technology* adalah proses-proses yang digunakan dari alam/dunia untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia dalam proses hidupnya. The American association for the advancement of science's (AAAS) menjelaskan tentang pentingnya teknologi AAAS juga memberikan pandangan kepada manusia bahwa teknologi merupakan suatu alat bantu yang akan memperluas kemampuan dalam rangka mengubah dunia menjadi mudah untuk kehidupan umat manusia.
- 3) *E-Engineering* adalah cabang ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkaitan dengan desain, bangunan, dan penggunaan mesin. Engineering merupakan suatu profesi yang keilmuannya didapat dari pembelajaran matematika dan sains melalui pengalaman dan praktik.

- 4) *M-Mathematics* adalah ilmu tentang pola dan hubungan. Ilmu ini akan menyediakan bahasa yang tepat untuk menghubungkan ilmu sains, teknik dan teknologi. Ilmu matematika merupakan bidang ilmu yang bahasanya terkait bilangan, hubungan antara bilangan, dan prosedur operasional yang digunakan dalam penyelesaian masalah mengenai bilangan (jembatan penghubung sains, teknik, dan teknologi)

STEM merupakan sebuah pendekatan interdisiplin dalam sebuah pembelajaran dalam konsep akademis yang dikaitkan ke dalam dunia nyata, sehingga peserta didik mampu menerapkan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam suatu kesatuan sehingga akan terbentuk hubungan antara pembelajaran di sekolah, lingkungan masyarakat, pekerjaan dan perusahaan global (Kurniawan & Susanti, 2021). Penggunaan pendekatan STEM yang baik dapat melatih peserta didik untuk lebih mudah memahami konsep, lebih mudah dalam pemecahan masalah, dan mudah dalam menghubungkan keterkaitan materi terhadap kehidupan nyata.

Pendekatan STEM mulai menjadi perhatian para ahli pendidikan di Indonesia, sehingga banyak

kelompok penelitian di perguruan tinggi yang sedang menjalankan penelitian dan pengembangan dalam pendidikan STEM. Pendekatan pendidikan STEM saat ini semakin banyak dilakukan dengan berbagai variasi media pembelajaran (Ishak *et al.*, 2021). Pendidikan STEM tidak hanya berfokus pada pengembangan kognitif, tetapi juga memperhatikan aspek afektif. Pendidikan berbasis STEM dapat membuat peserta didik merasa diberi kesempatan untuk aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran dengan bekerja sama, disiplin, dan saling membantu dalam mengintegrasikan pengalaman hidup mereka. Pendekatan STEM dapat membentuk aspek pengetahuan (kognitif), sikap (afektif), dan keterampilan (psikomotorik) peserta didik (Erniza *et al.*, 2023).

Menurut (Poernomo, 2016), aspek kecerdasan manusia yang terdiri dari tiga golongan dapat didefinisikan. Aspek kognitif merupakan aspek yang berkenaan dengan olah otak manusia (peserta didik) dalam proses penguasaan pengetahuan. Aspek afektif merupakan aspek yang berkenaan dengan olah hati yang termasuk aspek moral-spiritual, seni, rasa kebangsaan, dan sikap hidup. Aspek psikomotorik adalah aspek yang berkenaan dengan

keterampilan yang dibutuhkan peserta didik pada kehidupan selanjutnya.

Salah satu fungsi diberlakukannya STEM ini di dalam LKPD adalah dapat menciptakan pembelajaran yang berorientasi terhadap peserta didik dengan memanfaatkan teknologi yang ada sehingga peserta didik dapat menemukan dan memahami konsep teoritis dari materi yang dipelajari (Suryani *et al.*, 2022). Setelah diterapkannya STEM dalam pembelajaran, diharapkan peserta didik memiliki kemampuan penguasaan konsep teoritis materi, pemecahan masalah, dan dapat menghubungkan antara materi terhadap dunia nyata.

b. Kelebihan dan Kekurangan Pendekatan STEM

Setiap pendekatan pembelajaran tidak pernah terlepas dari kelebihan maupun kekurangan. Berikut ini adalah kelebihan dari pendekatan STEM, antara lain (Sumaya *et al.*, 2021):

- 1) Memberikan latihan kepada peserta didik untuk mengintegrasikan berbagai aspek STEM secara bersamaan dalam suatu pembelajaran.
- 2) Proses pembelajaran yang melibatkan empat aspek STEM dapat membentuk pengetahuan

tentang subjek yang dipelajari sehingga peserta didik lebih mudah memahami

- 3) Kemampuan peserta didik untuk mengenali suatu konsep atau pengetahuan dalam sebuah kasus menjadi lebih mudah
- 4) Penerapan pendekatan STEM akan menjadikan peserta didik lebih imajinatif, kreatif, dan menumbuhkan keterampilan berpikir kritis
- 5) Penerapan pendekatan STEM akan mengembangkan hubungan kaitannya tentang berpikir, bertindak, dan belajar.

Penerapan pendekatan STEM memiliki beberapa kekurangan diantaranya (Rahman, 2023):

- 1) Penerapan pendekatan STEM dalam LKPD membutuhkan waktu yang lama terutama saat peserta didik mencoba memahami konsep dan memecahkan suatu permasalahan
- 2) Adanya kemungkinan peserta didik mengalami kesulitan dan kurang aktif dalam kegiatan kelompok bagi yang lemah dalam hal eksperimen
- 3) Adanya kemungkinan terjadi kesulitan saat proses pembelajaran berlangsung apabila guru belum memahami tentang integrasi STEM.

c. Langkah Aktivitas Belajar dan Pembelajaran STEM

Langkah yang perlu diperhatikan saat merencanakan pembelajaran dengan pendekatan STEM untuk memastikan peserta didik akan mendapatkan pengalaman belajar terbaik haruslah memuat hal berikut (Kurniawan & Susanti, 2021):

- 1) Aktivitas langsung. Pembelajaran STEM terbaik melibatkan aktivitas praktis peserta didik yang dapat secara langsung beraktivitas dalam pembelajaran, mulai dari merancang konsep atau membuat dan membangun sesuatu sendiri. Sangat kecil kemungkinan peserta didik untuk menjadi bosan atau teralihkan.
- 2) Meniru skenario kehidupan nyata. Alasan lain mengapa pembelajaran langsung sangat penting adalah membantu peserta mempelajari keterampilan serta membiasakan mereka sehingga dapat bermanfaat bagi mereka dalam bekerja nanti.
- 3) Mengintegrasikan matematika dan sains ke dalam proyek dengan mulus. Matematika dan sains yang diselesaikan peserta didik harus relevan dengan proyek mereka saat itu terkait dengan skema dunia nyata dan pada akhirnya memiliki tujuan.

3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

a. Pengertian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan salah satu bahan ajar yang dirancang sebagai panduan bagi siswa dalam mengikuti proses pembelajaran yang terstruktur dan terorganisir. LKPD berisi petunjuk dan instruksi yang jelas tentang apa yang harus dilakukan oleh peserta didik dalam mengerjakan tugas selama kegiatan pembelajaran (Aminullah *et al.*, 2022). LKPD mencakup berbagai jenis aktivitas, seperti pertanyaan, latihan, tugas, eksperimen atau proyek yang relevan. Penyusunan LKPD tersebut berdasarkan dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan (Novita *et al.*, 2023). Peserta didik diharapkan dapat mengikuti pembelajaran secara terstruktur dan memperoleh hasil belajar yang maksimal sesuai dengan tujuan yang ditetapkan.

Berdasarkan fungsinya, LKPD terbagi menjadi 5 Jenis yaitu (Umbaryanti, 2016):

- 1) LKPD yang digunakan oleh peserta didik untuk menemukan dan memahami konsep materi.
- 2) LKPD yang digunakan oleh peserta didik untuk menerapkan dan mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu menjadi satu kesatuan.

- 3) LKPD yang digunakan sebagai pedoman belajar peserta didik.
- 4) LKPD yang digunakan pendidik untuk menguatkan pemahaman peserta didik.
- 5) LKPD yang digunakan pendidik sebagai pedoman praktikum.

LKPD bertujuan untuk membantu siswa mencapai pemahaman dan keterampilan yang diharapkan melalui kegiatan yang terarah (Susilawati, 2022). LKPD dapat menyediakan struktur dan arahan yang memungkinkan siswa belajar secara mandiri, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, berkolaborasi, dan berkomunikasi dengan biasanya yang disusun oleh guru sebagai panduan bagi siswa, tetapi juga dapat dikembangkan bersama dengan siswa untuk mendorong partisipasi aktif dan pemahaman yang lebih baik (Selmin *et al.*, 2022). LKPD juga dapat dikombinasikan dengan model berbasis proyek. Model pembelajaran proyek sampai saat ini mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik utamanya dalam kemampuan berpikir kritis peserta didik (Poernomo *et al.*, 2018).

Perkembangan teknologi pembelajaran telah mengubah lanskap pendidikan secara signifikan.

Teknologi informasi dan komunikasi telah banyak dipadukan dengan kegiatan pembelajaran, salah satunya adalah LKPD yang dipadukan dengan media pembelajaran elektronik (Diani *et al.*, 2019). Pembuatan LKPD berbantuan media pembelajaran elektronik ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya, Aksebilitas yang lebih baik, tingkat interaktivitas, kolaborasi dan umpan balik lebih aktif, dan pengelolaan penilaian yang efisien (Lestari & Muchlis, 2021). LKPD ini diyakini mampu memudahkan peserta didik maupun pendidik.

Penyajian LKPD berbantuan media pembelajaran elektronik juga harus sejalan dengan Capaian Pembelajaran (CP) yang dikembangkan dengan mengacu pada Kurikulum Merdeka . Kriteria LKPD elektronik yang baik adalah dari segi penyajian konten dan kebahasaan yang harus sesuai dan tentunya memiliki inovasi dari LKPD pada umumnya. Inovasi yang diharapkan mampu untuk menambah keaktifan siswa dan penguasaan konsep fisika pada materi tertentu.

b. Skema Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Berikut adalah prinsip-prinsip yang harus dipenuhi dalam penyusunan LKPD:

1) *Relevansi*

LKPD harus relevan dengan konteks pembelajaran dan kebutuhan peserta didik. Materi yang disajikan dalam LKPD harus terkait dengan kehidupan nyata dan pengalaman peserta didik agar dapat membangkitkan minat dan motivasi belajar.

2) *Progresivitas*

LKPD harus disusun secara progresif, mulai dari tingkat pengetahuan dasar hingga tingkat yang lebih kompleks.

3) *Keterkaitan antar materi*

LKPD harus mampu mengaitkan konsep dan materi pembelajaran yang berbeda-beda secara koheren, sehingga peserta didik mampu hubungan antar konsep dan memahami keterkaitan tersebut.

4) *Memuat bahan pembelajaran*

LKPD harus memuat bahan pembelajaran yang dapat mempermudah dalam mencapai Capaian Pembelajaran (CP).

5) Fleksibilitas

LKPD harus fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik. LKPD harus memungkinkan adanya modifikasi atau penyesuaian agar dapat mengakomodasi perbedaan individual peserta didik.

c. **Kriteria kecukupan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)**

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam penyusunan LKPD adalah sebagai berikut (Pertiwi *et al.*, 2021):

- 1) Syarat Didaktik, penyusunan LKPD harus memastikan keuniversalan materi. Keuniversalan ini bertujuan agar LKPD tersebut dapat digunakan oleh peserta didik dengan kecepatan belajar yang beragam. Penekanan lebih diberikan pada proses pemahaman konsep dalam LKPD dan sangat penting untuk menyediakan berbagai stimulus melalui beragam media dan kegiatan bagi peserta didik. Pengalaman belajar peserta didik akan sangat dipengaruhi oleh perkembangan pribadi masing-masing peserta didik.

- 2) Syarat Kostruksi, yaitu berhubungan dengan pengembangan yang mengikuti penggunaan bahasa yang baik dan benar, susunan kalimat yang efektif, kosakata, dan tingkat kesukaran serta kejelasan dalam LKPD.
- 3) Syarat teknis LKPD menekankan pada kejelasan tulisan, gambar, dan tata penampilan.

Syarat-syarat tersebut dapat dirincikan lagi dalam sebuah kisi-kisi. Kisi-kisi penilaian LKPD disajikan dalam Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Kisi-kisi Penilaian LKPD

No.	Syarat	Kriteria
1	Didaktik	1. Mengajak peserta didik aktif dalam proses pembelajaran 2. Mempunyai variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik 3. Mengembangkan kemampuan komunikasi, emosional, sosial, estetika serta moral pada diri peserta didik 4. Tujuan pengembangan pribadi menentukan pengalaman belajar
2	Konstruksi	1. Bahasa yang digunakan sesuai dengan usia peserta didik 2. Struktur kalimat yang digunakan jelas 3. Mempunyai urutan pelajaran yang sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik 4. Menghindari pertanyaan yang terlalu terbuka 5. Mengacu pada sumber yang sesuai dengan kemampuan peserta

No.	Syarat	Kriteria
3	Teknis	didik
		6. LKPD bisa digunakan untuk anak-anak yang memiliki kecepatan belajar bervariasi
		1. Menggunakan huruf cetak dan tidak menggunakan huruf latin/romawi
		2. Menggunakan huruf tebal yang agak besar untuk topik
		3. Mengusahakan keserasian perbandingan besarnya huruf dengan gambar
		4. Kombinasi antar gambar dan tulisan menarik

4. Aplikasi *Phyphox*

Phyphox adalah aplikasi yang dirancang untuk mengubah ponsel pintar menjadi alat laboratorium fisika portabel. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan data sensor ponsel seperti akselerometer, magnetometer, mikrofon, dan lainnya untuk melakukan eksperimen dan analisis fisika secara *realtime*. *Phyphox* memiliki fitur-fitur tambahan yang sangat berguna, seperti perekaman suara dan analisis spektrum, pemantauan medan magnetik, deteksi gerak, dan pengukuran cahaya dengan kamera. Tampilan produk *Phyphox* ditampilkan dalam Gambar 2.1.



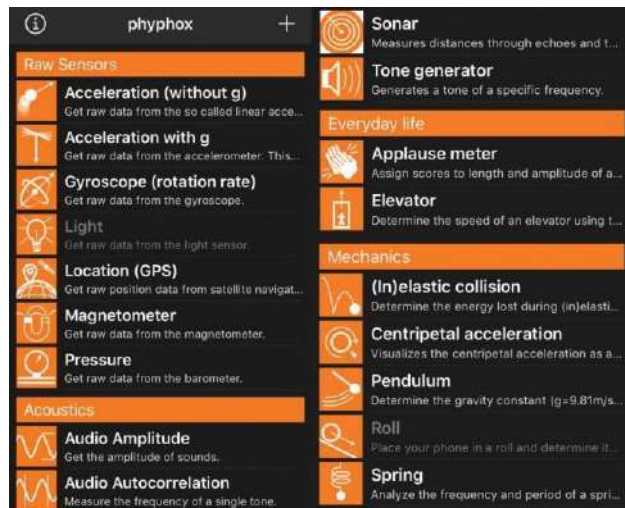
Gambar 2. 1 Tampilan Produk *Phyphox*

Aplikasi *Phyphox* menawarkan kemampuan untuk mengimpor dan menganalisis data eksperimen sendiri. Pengguna dapat merekam data melalui sensor perangkat mereka dan menggunakannya untuk menjelaskan eksperimen yang lebih khusus. Data yang terkumpul dapat divisualisasikan secara grafis dalam bentuk grafik atau tabel, serta diekspor untuk analisis lebih lanjut. Fitur-fitur tersebut memberikan kesempatan kepada pengguna untuk menjelajahi konsep yang lebih luas dan mengembangkan pemahaman yang mendalam.

Pembelajaran di era digital seperti saat ini sangat membutuhkan aplikasi semacam *Phyphox*, sehingga pembelajaran dapat lebih interaktif dan lebih menanamkan konsep mendalam pada peserta didik. Peserta didik dapat melakukan eksperimen sendiri dengan tetap berada dalam bimbingan pendidik.

Phyphox merupakan aplikasi semacam *Tracker* yang bisa dimanfaatkan untuk pembelajaran sains dan eksperimen fisika. Pembelajaran sains dapat menjadi lebih interaktif, menyenangkan, terjangkau bagi

siapa pun yang ingin mendalami ilmu fisika ketika menggunakan aplikasi *Phyphox*. Aplikasi *Phyphox* ini menawarkan beberapa menu yang dapat dimanfaatkan dalam membantu pembelajaran. Macam-macam topik simulasi tersebut antara lain, Sensor gerak, gelombang bunyi, mekanika, magnetik, dan sebagainya.



Gambar 2. 2 Tampilan Menu Percobaan yang Bisa Digunakan

5. Gelombang Bunyi

a. Pengertian Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi adalah jenis gelombang mekanis yang berbentuk gelombang longitudinal. Gelombang bunyi dapat merambat melalui benda padat, cair, dan gas. Gelombang bunyi ketika merambat memiliki frekuensi tertentu. Frekuensi

gelombang bunyi memiliki batas-batas tertentu yang dapat dirangsang oleh telinga dan otak manusia. Jangkauan frekuensi ini adalah dari 20 Hz sampai 20000 Hz yang dinamakan sebagai gelombang *audiosonic* (gelombang bunyi yang dapat didengar) (Halliday, 1998). Gelombang yang frekuensinya di bawah atau di atas jangkauan tersebut memiliki kriteria masing-masing.

Gelombang yang memiliki frekuensi di atas 20000 Hz dinamakan gelombang *ultrasonic*. Gelombang *ultrasonic* biasanya dimanfaatkan dalam alat Ultrasonografi atau alat untuk navigasi beberapa jenis hewan. Frekuensi gelombang selanjutnya adalah gelombang *infrasonic*. Gelombang *infrasonic* adalah gelombang yang frekuensinya di bawah 20 Hz. Biasanya dimanfaatkan dalam kegiatan manusia untuk mendeteksi aktivitas gunung berapi ataupun aktivitas lempeng bumi.

Al-Qur'an sebagai kitab suci umat Islam yang digunakan sebagai petunjuk umat manusia menjelaskan di dalamnya menjelaskan mengenai teori gelombang bunyi yang tertera dalam Q.S. Az-Zumar: 68 berikut:

وَنُفِخَ فِي الصُّورِ فَصَعِقَ مَنْ فِي السَّمَوَاتِ وَمَنْ فِي الْأَرْضِ إِلَّا مَنْ

شَاءَ اللَّهُ ثُمَّ نُفِخَ فِيهِ أُخْرَىٰ فَإِذَا هُمْ قِيَامٌ يَنْظُرُونَ

“Sangkakala pun ditiup sehingga matilah semua (makhluk) yang (ada) di langit dan di bumi, kecuali mereka yang dikehendaki Allah. Kemudian, ia ditiup sekali lagi. Seketika itu, mereka bangun (dari kuburnya dan) menunggu (keputusan Allah)”.

Prof. Quraish Shihab dalam tafsirnya menjelaskan bahwa dalam ayat tersebut, Allah mengindikasikan bahwa peniupan sangkakala terjadi dua kali. Peniupan pertama menyebabkan ketakutan, kematian, dan kehancuran alam semesta, sedangkan peniupan kedua menandai kebangkitan atau perpindahan manusia dari alam kubur ke alam perhitungan, yaitu Surga dan Neraka (Shihab, 2001).

Secara bahasa, kata *shur* berarti sangkakala atau terompet, yaitu instrumen yang biasa digunakan untuk memanggil atau mengumpulkan sekelompok orang. Beberapa ulama membahas esensi dari sangkakala tersebut, apakah benar-benar ada secara fisik atau apakah yang dimaksud hanyalah sesuatu yang bersifat metaforis. Pertanyaan tersebut tidak lagi dibahas, karena menurut para Ulama yang terpenting adalah wajib percaya bahwa waktu yang

telah ditentukan oleh Allah SWT itu akan datang. Setiap makhluk akan dibangkitkan oleh Allah dan akan mempertanggungjawabkan amalnya masing-masing dan akan menerima balasan dan ganjarannya (Shihab, 2001).

Ayat lain menguatkan bahwa sumber bunyi yang di isyaratkan oleh Al-Qur'an. Berikut dijelaskan dalam Q.S. Yasin: 49

مَا يَنْظُرُونَ إِلَّا صَيْحَةً وَاحِدَةً تَأْخُذُهُمْ وَهُمْ يَخِصِّصُونَ

“Mereka hanya menunggu satu teriakan yang akan membinasakan mereka saat mereka (sibuk) bertengkar (tentang urusan dunia).”

Al-Qur'an menggunakan kata “shoihah” untuk menggambarkan bunyi yang awalnya berarti suara keras yang keluar dari tenggorokan untuk meminta bantuan atau marah. Kata ini digunakan dalam Al-Qur'an untuk menggambarkan suara yang diakibatkan oleh gempa atau petir. Para ulama memahami kata ini dalam konteks teriakan malaikat Israfil saat meniup sangkakala, seperti dijelaskan dalam surat Az-Zumar: 68 (Shihab, 2001).

Sangkakala akan ditiupkan pada hari kiamat nanti ketika bunyi yang keluar dari sangkakala tersebut akan sampai ke seluruh alam semesta

sebagai tanda akhir kehidupan. Bunyi yang dikeluarkan sangkakala tersebut juga termasuk bunyi pada umumnya, yakni gelombang bunyi elektromagnetik. Gelombang bunyi hanya bisa merambat ketika ada medium yang menghantarkannya. Frekuensi bunyi yang ditangkap oleh pendengar akan berbeda dengan frekuensi ketika dikeluarkan oleh sumber bunyi tersebut.

b. Cepat Rambat Gelombang Bunyi

Bunyi apabila dilihat dari segi jenis gelombang merupakan gelombang longitudinal yang dapat merambat dalam medium cair, gas, dan padat. Cepat rambat bunyi merupakan jarak antara pendengar dengan sumber bunyi per satuan waktu yang dibutuhkan gelombang bunyi supaya bisa sampai pada pendengar. Cepat rambat bunyi bergantung pada sifat-sifat medium rambat, untuk itu bunyi memiliki cepat rambat yang dipengaruhi oleh dua hal yaitu suhu medium dan kerapatan partikel, semakin tinggi suhu medium, maka semakin cepat pula bunyi merambat, dan semakin padat susunan partikel yang dilalui medium, maka semakin cepat bunyi tersebut merambat (Tipler, 1998).

Persamaan cepat rambat bunyi dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$v = \frac{s}{t} \quad (2.1)$$

v = Cepat rambat gelombang (m/s)

s = Jarak sumber bunyi ke pendengar (m)

t = Waktu (t)

Bunyi merupakan suatu gelombang, jarak (s) pada persamaan 2.1 dapat digantikan dengan panjang gelombang (λ). Variabel waktu (t) juga dapat digantikan dengan frekuensi (f) melalui hubungan antara waktu dan frekuensi sesuai dengan persamaan 2.2

$$f \sim \frac{1}{t} \quad (2.2)$$

Persamaan 2.2 ketika disubstitusikan ke persamaan 2.1 maka akan menjadi persamaaan 2.3 (Tipler, 1998).

$$v = \lambda f \quad (2.3)$$

v = Cepat rambat gelombang (m/s)

λ = Panjang gelombang (m)

f = Frekuensi (Hz)

Cepat rambat bunyi dapat ditinjau dari medium bunyi itu merambat. Beberapa medium yang dapat dirambati adalah sebagai berikut (Halliday, 1998):

1) Medium cair

Gelombang bunyi akan menyebar ke segala arah dari sumbernya jika tidak ada hambatan. Gelombang tersebut dapat ditinjau gerak elemen fluida pada sebuah pengisap yang ditarik dan didorong saat berisi fluida, maka diperoleh persamaan kecepatan bunyi dalam medium fluida dalam persamaan 2.4 (Halliday, 1998):

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho_0}} \quad (2.4)$$

v = Kecepatan gelombang bunyi
 B = Modulus lenting elastis
 ρ_0 = Massa jenis fluida

2) Medium gas

Gelombang bunyi di medium gas merupakan fenomena perambatan bunyi yang sering dirasakan oleh manusia. Kecepatan bunyi di dalam medium gas dapat dituliskan dalam persamaan 2.5 (Halliday, 1998):

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P_0}{\rho_0}} \quad (2.5)$$

v = Kecepatan gelombang bunyi
 γ = Perbandingan kalor jenis
 ρ_0 = Massa jenis fluida
 P_0 = Tekanan gas

3) Medium padat

Cepat rambat bunyi pada medium padat bergantung pada massa jenis zat padat dan modulus young. Persamaan cepat rambat bunyi medium padat dapat dilihat persamaan 2.6 (Halliday, 1998):

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho_0}} \quad (2.6)$$

v = Kecepatan gelombang bunyi
 E = Modulus Young
 ρ_0 = Massa jenis fluida

c. Intensitas Bunyi

Intensitas didefinisikan sebagai jumlah energi yang dibawa oleh gelombang per unit waktu melalui unit area, dan berhubungan secara proporsional dengan kuadrat amplitudo gelombang. Karena energi per unit waktu dapat diukur sebagai daya, intensitas diukur dalam satuan daya per unit area, yaitu watt/m² (W/m^2). Kerasnya bunyi (loudness) sangat tergantung pada sensasi yang dirasakan oleh pendengar. Oleh karena itu, sifatnya subjektif dan dapat berbeda-beda antara individu satu dengan yang lain, serta tidak dapat diukur secara langsung dengan alat. Hal ini berbeda dengan intensitas bunyi

yang bersifat objektif, dapat diukur langsung menggunakan alat tertentu.

Ketika intensitas bunyi meningkat, kerasnya bunyi juga meningkat, meskipun pertambahan ini tidak selalu berlangsung secara linier. Bunyi dengan intensitas yang sama namun frekuensinya berbeda tidak selalu menimbulkan sensasi keras bunyi yang sama pada setiap individu. Intensitas bunyi didefinisikan sebagai persamaan 2.7 (Halliday, 1998):

$$I = \frac{P_0}{A} = \frac{P_0}{4\pi r^2} \quad (2.7)$$

I = Intensitas bunyi

P_0 = Tekanan gas

A = Luas permukaan yang ditembus bunyi

r = Jarak titik dari sumber bunyi

Rata-rata intensitas gelombang bunyi yang dapat didengar oleh manusia adalah 10^{-12} W/m^2 yang kemudian dikenal dengan ambang pendengaran. Sedangkan intensitas terbesar bunyi yang masih dapat didengar manusia tanpa menimbulkan rasa sakit adalah 10^{-12} W/m^2 .

Salah satu cara untuk menentukan intensitas bunyi adalah dengan membandingkan intensitas bunyi dengan ambang pendengaran yang dinyatakan dalam suatu persamaan 2.8.

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.8)$$

TI = Taraf intensitas bunyi (dB)

I_0 = Harga ambang intensitas bunyi (W/m^2)

I = Intensitas bunyi (W/m^2)

d. Bunyi pada Pipa Organa

Sebuah pipa organa adalah contoh sederhana bunyi yang dihasilkan dari getaran kolom udara. Pipa organa terbagi menjadi dua jenis, yaitu pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup (Halliday, 1998).

1) Pipa organa terbuka

Pipa organa terbuka adalah jenis pipa organa yang kedua ujungnya terbuka, sehingga menyebabkan kedua ujungnya berperan sebagai titik perut. Frekuensi dasar pipa organa terbuka f_1 mempunyai pola gelombang berdiri dengan satu titik simpul di tengah-tengahnya dan titik perut pada kedua ujungnya, sehingga frekuensi pipa organa terbuka memiliki satu simpul dan dua perut. Frekuensi pipa organa terbuka dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. a Frekuensi nada dasar pipa organa terbuka



Gambar 2.3. b Frekuensi nada ke-1 pipa organa terbuka



Gambar 2.3. c Frekuensi nada ke-2 pipa organa terbuka

Gambar 2. 3 Frekuensi pada pipa organa

Adapun jarak antara dua titik perut yang berurutan yaitu $\frac{1}{2}\lambda$, dimana jarak tersebut sama dengan panjang pipa (l), dengan demikian $l = \frac{1}{2}\lambda$ atau $\lambda = 2l$. Sesuai dengan persamaan 2.3, maka diperoleh frekuensi nada dasar ke-0 yang dinyatakan dalam persamaan 2.9 dengan ditunjukkan dalam gambar 2.3.a.

$$f_0 = \frac{v}{2l} \quad (2.9)$$

Cara yang sama digunakan pada nada ke-2 dengan $l = \lambda$ diperoleh persamaan 2.10 dengan ditunjukkan dalam gambar 2.3.b.

$$f_1 = \frac{v}{l} \quad (2.10)$$

Pola yang sama dari persamaan 2.10 dapat diterapkan pada nada ke-2 yang dinyatakan dalam persamaan 2.11 dengan ditunjukkan dalam gambar 2.3.c.

$$f_2 = \frac{v}{\frac{2}{3}l} = 3 \frac{v}{2l} = 3f_0 \quad (2.11)$$

Setiap nada harmonik pipa organa terbuka dengan panjang pipa l harus memenuhi persamaan 2.12 (Tipler, 1998).

$$\lambda_n = \frac{2l}{n} \text{ atau } l = n \frac{\lambda_n}{2} \quad (2.12)$$

Berdasarkan persamaan-persamaan diatas, dapat disimpulkan bahwa setiap frekuensi pada nada ke- n akan memenuhi persamaan 2.13.

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{v}{2l/n} = n \frac{v}{2l} (n = 0,1,2,3, \dots, dst) \quad (2.13)$$

2) Pipa organa tertutup

Apabila sepanjang pipa organa terbentuk $1/4$ gelombang, maka akan menghasilkan nada dasar. Gambar pipa organa tertutup dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. a Frekuensi nada dasar pipa organa tertutup



Gambar 2.4. b Frekuensi nada ke-1 pipa organa tertutup



Gambar 2.4. c Frekuensi nada ke-2 pipa organa tertutup

Gambar 2. 4 Frekuensi pada pipa organa tertutup

Setiap nada harmonik pipa organa tertutup dengan panjang pipa l akan memenuhi persamaan 2.14.

$$\lambda = 4l \quad (2.14)$$

Pipa organa tertutup untuk nada dasar memiliki persamaan sesuai dengan persamaan 2.15 dengan ditunjukkan pada gambar 2.4.a.

$$f_0 = \frac{v}{4l} \quad (2.15)$$

Apabila sepanjang pipa organa terbentuk $3/4$ gelombang, maka nada yang terbentuk

adalah nada ke-1. Besar panjang gelombang dapat dilihat sesuai dengan persamaan 2.16.

$$\lambda = \frac{4}{3}l \quad (2.16)$$

Pipa organa tertutup untuk nada dasar ke-1 memiliki persamaan sesuai dengan persamaan 2.17 dengan ditunjukkan gambar 2.4.b.

$$f_1 = \frac{3v}{4l} \quad (2.17)$$

Pola yang sama dari persamaan 2.17 dapat diterapkan pada nada ke-2 yang dinyatakan dalam persamaan 2.18 dengan ditunjukkan dalam gambar 2.4.c.

$$f_2 = \frac{v}{\frac{4}{5}l} = 5 \frac{v}{4l} = 5f_0 \quad (2.18)$$

Berdasarkan persamaan-persamaan di atas, dapat disimpulkan bahwa persamaan frekuensi pada pipa organa tertutup dapat dilihat pada persamaan 2.19.

$$f_n = (2n + 1) \frac{v}{4l} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots, dst) \quad (2.19)$$

e. Bunyi pada dawai

Dawai merupakan alat getar yang terdapat pada biola maupun gitar. Getaran ini akan menghasilkan bunyi dengan frekuensi tertentu, yang ditentukan oleh jumlah gelombang yang dimiliki oleh dawai tersebut. Hubungan antara panjang dawai

(l) dan panjang gelombang λ dirumuskan pada persamaan 2.20.

$$l = \frac{1}{2} \lambda_0 \quad (2.20)$$

1) Cepat rambat bunyi pada dawai

Cepat rambat bunyi pada dawai dapat dirumuskan sesuai dengan persamaan 2.21.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.21)$$

v = Cepat rambat bunyi (m/s)

F = Tegangan tali pada dawai (N)

μ = Massa persatuan panjang (kg/m)

2) Nada dasar (f_0)

Frekuensi nada dasar pada dawai dapat dilihat pada persamaan 2.22.

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l} \quad (2.22)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 2.18 dan 2.19 ke dalam persamaan 2.20, maka persamaan nada dasar pada dawai dapat dirumuskan pada persamaan 2.23.

$$f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.23)$$

3) Nada atas pertama

Frekuensi nada atas pertama pada dawai dapat dilihat pada persamaan 2.24.

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{l} \quad (2.24)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 2.20 dan 2.21 ke dalam persamaan 2.24, maka didapatkan persamaan nada atas pertama pada dawai dengan perumusan pada persamaan 2.25.

$$f_1 = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.25)$$

4) Frekuensi nada atas ke-n

Berdasarkan dari persamaan-persamaan sebelumnya, untuk persamaan frekuensi nada atas ke-n dapat dituliskan dalam persamaan 2.26.

$$f_n = \frac{(n+1)v}{2} \quad (2.26)$$

f. Efek Doppler

Christian Johann Doppler (1803 – 1853), di dalam sebuah karyanya yang menyatakan bahwa pada percobaan yang dilakukan berlaku seperti gelombang secara umum. Doppler melakukan sebuah eksperimen menggunakan sebuah lokomotif yang menarik sebuah gerbong terbuka dengan beberapa orang peniup terompet (Halliday, 1998).

Frekuensi bunyi yang didengar oleh pengamat berubah secara tiba-tiba ketika sumber bunyi (seperti klakson mobil) mendekati atau menjauhi pengamat

yang diam. Fenomena ini dikenal sebagai Efek Doppler, di mana perbedaan frekuensi yang didengar oleh pendengar dengan frekuensi asli sumber bunyi bergantung pada hubungan relatif antara pendengar dan sumber bunyi. Ketika sumber bunyi mendekat, frekuensi yang didengar lebih tinggi, dan ketika sumber bunyi menjauh, frekuensi yang didengar lebih rendah.

Efek Doppler terjadi ketika pengamat dalam keadaan bergerak dan sumber dalam keadaan diam maupun sebaliknya. Apabila pengamat menjauhi sumber, nada yang dihasilkan lebih rendah. Sedangkan apabila pengamat mendekati sumber, nada yang dihasilkan lebih tinggi. Persamaan frekuensi gelombang yang terjadi pada peristiwa Efek Doppler sesuai dengan persamaan 2.28 (Halliday, 1998).

$$f_p = f_s \left(\frac{v \pm v_p}{v \mp v_s} \right) \quad (2.28)$$

- f_p = Frekuensi yang terdengar
- f_s = Frekuensi sumber
- v = Kecepatan bunyi di udara
- v_p = Kecepatan pendengar
- v_s = Kecepatan pendengar

Tanda yang sebelah atas (pembilang +, penyebut -) bersesuaian dengan sumber dan pengamat yang bergerak sepanjang garis yang menghubungkan sumber dan pengamat tersebut di dalam arah yang menjauhi satu sama lain.

Salah satu dampak yang jelas dari efek Doppler adalah pelebaran spektrum emisi yang dihasilkan oleh gas-gas panas. Pelebaran ini terjadi karena atom atau molekul yang memancarkan cahaya bergerak dalam berbagai arah dan dengan kecepatan relatif yang bervariasi terhadap pendengar, sehingga menyebabkan penyebaran frekuensi yang teramati (Halliday, 1998).

B. Kajian Pustaka

Penyusunan penelitian ini didasarkan pada beberapa penelitian serupa yang dapat memudahkan penulis untuk menyelesaikan penelitian ini. Penelitian-penelitian tersebut sebagai berikut:

Penelitian yang telah dilakukan oleh Fitri Hayati (2023) dalam *Journal of Comprehensive Science* dengan topik pengembangan LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan sikap ilmiah siswa. Penelitian tersebut bertujuan untuk meningkatkan sikap ilmiah siswa dengan menggunakan lembar kerja peserta didik berorientasi *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*. Penelitian ini

menyatakan bahwa upaya peningkatan sikap ilmiah siswa dapat dilakukan dengan menggunakan lembar kerja berorientasi pendekatan STEM. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada subjek penelitian. Subjek penelitian ini adalah peserta didik Sekolah Dasar kelas II sedangkan subjek penelitian yang akan dilakukan adalah peserta didik SMA kelas XI.

Penelitian selanjutnya yang telah dilakukan oleh Noviva Syahril, *et. al.* (2023), dalam Jurnal Pendidikan Tambusai dengan mengembangkan LKPD berbasis STEM pada materi gerak, menyatakan bahwa penelitian yang dihasilkan LKPD berbasis STEM tentang materi sistem gerak untuk peserta didik kelas XI SMA sangat valid dan sangat praktis. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada disiplin ilmu dan kajian materi yang digunakan. Perbedaan selanjutnya terletak pada tujuan penelitian, penelitian ini hanya bertujuan menguji kevalidan dan kepraktisan LKPD sedangkan tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah LKPD bertujuan meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Maulidiya Rizkika, Pramudya Dwi, dan Nur Ahmad (2022) dalam Jurnal Pancasakti Science Education Jurnal dengan mengembangkan E-LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, menyatakan bahwa LKPD yang

dikembangkan kriteria kepraktisan sangat praktis dengan skor 96,39% dan keefektifan dengan taraf sedang dengan skor N-Gain 0,43. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada subjek penelitian. Penelitian ini menggunakan siswa SMP tetapi penelitian yang akan dilakukan menggunakan subjek kelas XI SMA.

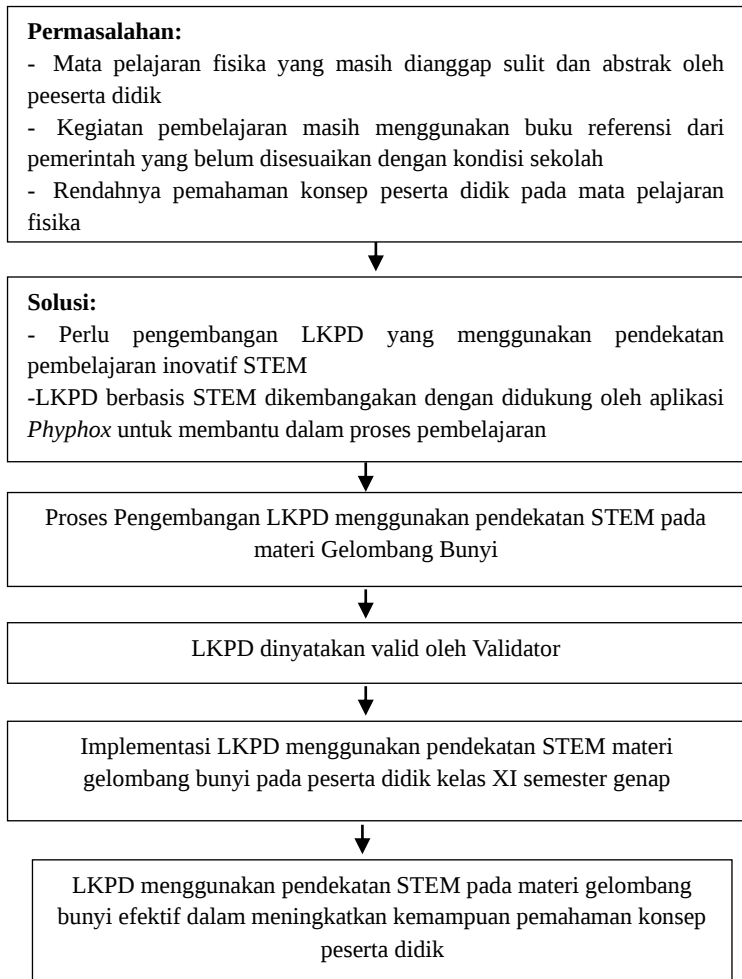
Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Petri Reni Sasmita dan Zainal Hartoyo (2020) dalam Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika. Topik yang diangkat adalah untuk mengetahui pengaruh pendekatan pembelajaran STEM dengan model PjBL terhadap pemahaman konsep Fisika. Penelitian tersebut menyatakan bahwa pendekatan STEM Project Based Learning memiliki pengaruh terhadap kemampuan pemahaman konsep fisika siswa. Hasil perhitungan *effect size* menunjukkan bahwa pendekatan STEM berpengaruh besar terhadap kemampuan pemahaman konsep fisika siswa. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian ini menguji pengaruh penerapan pendekatan STEM terhadap pemahaman konsep siswa, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan inovasi pengembangan LKPD yang menggunakan pendekatan STEM dibantu dengan media pembelajaran.

C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan latar belakang dan penelitian terdahulu yang telah diuraikan, penggunaan LKPD dengan menggunakan pendekatan STEM dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Data hasil pra-penelitian yang telah dilakukan di lapangan ditemukan bahwa nilai rata-rata hasil belajar peserta didik masih rendah. Rendahnya hasil belajar tersebut dapat menggambarkan bahwa pemahaman konsep peserta didik masih tergolong rendah. Pendekatan pembelajaran yang digunakan pendidik di sekolah selama ini di lapangan hanya menjadikan peserta didik sebagai objek belajar. Permasalahan tersebut ditambah dengan perangkat pembelajaran yang masih minim. Pendidik seringkali hanya memanfaatkan buku yang dijual dari beberapa penerbit, yang belum disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik. Solusi dari permasalahan tersebut yakni diperlukan pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang telah disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik. Adapun pendekatan pembelajaran yang dapat dipakai adalah pendekatan STEM. Pendekatan ini dipercaya dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik khususnya pada aspek pemahaman konsep.

LKPD berpendekatan STEM yang didukung dengan media pembelajaran merupakan sebuah perangkat yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan peserta didik yang beragam. Selain itu LKPD berpendekatan STEM ini dapat

meningkatkan tingkat kemampuan pemahaman konsep peserta didik. Berdasarkan uraian tersebut, berikut kerangka berpikir dalam penelitian yang akan dilakukan yang dituangkan dalam Gambar 2.5.



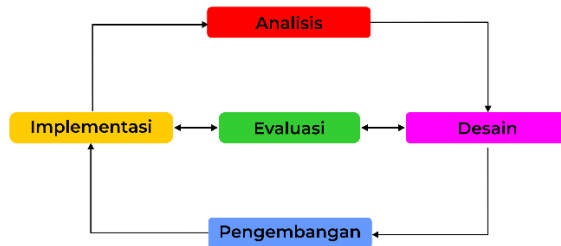
Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir Penelitian

BAB III

METODOLOGI

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan atau R&D (*Research and Development*). Tujuan akhir dari penelitian R&D adalah menciptakan produk tertentu (Perwitasari, 2015). Perkembangan dunia membuat penelitian ini menjadi sangat penting untuk memajukan dan inovasi yang baru. Penelitian R&D bertujuan untuk menghasilkan inovasi dan perbaikan yang membawa manfaat pada berbagai bidang, misalnya saja bidang pendidikan (Sugiyono, 2017). Berikut adalah alur model pengembangan ADDIE (Peterson, 2003):



Gambar 3. 1 Alur Model Pengembangan ADDIE

Penelitian ini berfokus pada pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* pada materi Gelombang Bunyi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik

pada materi Gelombang Bunyi. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan ADDIE, dengan beberapa tahap.

B. Prosedur Penelitian

Model penelitian R&D yang dipakai adalah model ADDIE dengan beberapa tahap. Tahap-tahap dalam model pengembangan ADDIE adalah sebagai berikut:

1. *Analyze* (Tahap Analisis)

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis masalah sekaligus penyebabnya. Masalah akan dianalisis melalui penggunaan angket dan wawancara kepada guru dan peserta didik. Rincian tahapan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Analisis Permasalahan

Tahap ini bertujuan untuk menganalisis masalah yang dihadapi peserta didik saat belajar fisika di sekolah. Identifikasi masalah dilakukan dengan mengamati pendapat peserta didik mengenai tingkat kesulitan materi fisika, sumber belajar, kegiatan pembelajaran, media pembelajaran, dan tingkat kemandirian belajar peserta didik. Analisis masalah dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari siswa kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Semarang dan guru mata pelajaran fisika kelas XI di sekolah tersebut.

b. Analisis kebutuhan

Tujuan dari tahap ini adalah mengevaluasi kebutuhan belajar siswa dalam mata pelajaran fisika, khususnya pada materi gelombang bunyi. Proses analisis kebutuhan dilakukan dengan mengadakan wawancara bersama guru fisika kelas XI di SMA Negeri 1 Semarang. Wawancara ini bertujuan mengumpulkan informasi mengenai kendala yang dihadapi peserta didik, metode pengajaran yang paling efektif, dan materi tambahan yang diperlukan untuk memperdalam pemahaman mereka tentang gelombang bunyi. Hasil dari analisis ini akan digunakan untuk merancang bahan ajar yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran fisika di kelas tersebut khususnya untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi.

c. Menganalisis Tujuan Pembelajaran

Tahap ini dilakukan analisis terhadap tujuan pembelajaran fisika yang diinginkan oleh kurikulum, mencakup kompetensi yang harus dikuasai oleh peserta didik, serta mengidentifikasi kemampuan mereka dalam memahami konsep materi gelombang bunyi.

d. Analisis Subjek

Subjek pada penelitian ini adalah peserta didik kelas XI peminatan Fisika SMA Negeri 1 Semarang. Tahap ini peserta didik dianalisis guna mengetahui kemampuan pemahaman konsep dari suatu materi. Analisis ini dilakukan melalui penyebaran tes berbentuk *pretest* untuk mengetahui tingkat pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi.

e. Identifikasi Sumber Daya

Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber daya yang tersedia dan diperlukan oleh peserta didik, guru, dan sekolah, misalnya ini meliputi alat-alat pembelajaran yang diperlukan selama proses belajar-mengajar. Langkah ini penting untuk memastikan bahwa semua kebutuhan materi dan fasilitas terpenuhi untuk mendukung pengalaman pembelajaran yang efektif dan berdaya guna bagi semua pihak yang terlibat.

f. Rencana Solusi

Rencana solusi yang dilakukan yakni mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan yang ada, dilakukan penarikan kesimpulan yang mengarah pada solusi. Solusi tersebut mencakup rencana penelitian yang akan dilakukan, dengan

tujuan untuk mengatasi masalah yang dihadapi di lapangan, sehingga membantu peserta didik dalam belajar secara efektif dan efisien.

2. *Design* (Tahap Desain)

Tujuan dari tahap ini adalah merancang sebuah model berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Tahap ini mencakup detail-detail sebagai berikut:

a. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi literatur mengenai pendekatan pembelajaran STEM, mulai dari pengertian, kelebihan dan kekurangan, dan cara penerapannya dalam kegiatan pembelajaran sehingga dapat dilaksanakan secara maksimal.

b. Menyusun Tujuan

Desain produk yang sedang dikembangkan disesuaikan dengan masalah yang telah diidentifikasi dalam fase pra-penelitian. Tujuan peneliti adalah mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan pendekatan STEM yang didukung oleh aplikasi *Phyphox* untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

c. Menyusun Instrumen Penilaian

Tahap ini disusun instrumen penilaian LKPD untuk menilai validitas oleh validator ahli media dan

ahli materi, serta melakukan uji kepraktisan LKPD dengan menggunakan angket kepada peserta didik kelas XI yang mengambil mata pelajaran fisika. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tanggapan terhadap LKPD yang telah dikembangkan.

3. *Development* (Tahap Pengembangan)

Tahap ini adalah realisasi produk berdasarkan rancangan yang telah dibuat pada tahapan desain. Pada tahap ini penulis melakukan pembuatan produk berupa LKPD. Peneliti mengumpulkan bahan-bahan yang dapat mendukung dan mengembangkan LKPD yang dapat digunakan dalam pembelajaran. Kemudian LKPD diserahkan kepada ahli materi, ahli media, ahli instrumen untuk divalidasi.

4. *Implementation* (Tahap Penerapan)

Setelah produk divalidasi oleh para ahli, selanjutnya pengimplementasian produk yang dikembangkan kepada subjek uji coba.

5. *Evaluation* (Tahap Evaluasi)

Pada tahap ini dilakukan evaluasi dari hasil implementasi yang telah dilakukan, sehingga produk dapat digunakan dalam penelitian.

C. Populasi dan Sampel

Sampel timbul dalam suatu objek penelitian apabila peneliti ingin mereduksi objek penelitiannya, di samping

ingin melakukan generalisasi dari hasil penelitiannya. Jumlah sampel penelitian yang diambil semakin banyak maka akan semakin representatif, artinya akan semakin mendekati populasi target data yang diperoleh peneliti (Ghony & Almanshur, 2016). Teknik sampling yang diambil adalah *Purposive Sampling*. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pertimbangan tertentu, yaitu kelas XI yang berada dalam rombel peminatan Fisika di SMA Negeri 1 Semarang

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel adalah aspek atau karakteristik yang memiliki variasi tertentu dan ditetapkan oleh penelii untuk dianalisis dan disimpulkan (Sugiyono, 2017). Berikut adalah variabel penelitian yang akan dilakukan:

1. Variabel *Independent* (Bebas)

Variabel bebas merujuk kepada faktor yang mempengaruhi atau menjadi hasil dari keberadaan variabel bebas tersebut (Sugiyono, 2017). Penelitian ini menggunakan variabel bebas adalah Pendekatan Pembelajaran *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) berbantuan aplikasi *Phyphox*.

2. Variabel *Dependent* (Terikat)

Variabel terikat adalah faktor yang dipengaruhi oleh variabel bebas (Sugiyono, 2017). Variabel terikat

dalam penelitian ini adalah kemampuan pemahaman konsep peserta didik dalam materi gelombang bunyi.

3. Variabel *Control* (Kontrol)

Variabel kontrol adalah faktor yang dikelola atau dijaga konstan untuk memastikan bahwa variabel bebas tidak dipengaruhi oleh faktor eksternal yang tidak diteliti (Sugiyono, 2017). Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah materi gelombang bunyi.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup tes, wawancara, pengisian angket, dan dokumentasi (Arikunto, 2013).

1. Metode Angket

Angket merupakan metode pengumpulan data secara tertulis. Pengisian angket dilakukan pada tahap validasi produk. Produk divalidasi oleh validator dengan cara memberikan penilaian terhadap produk dan instrumen yang dibuat.

2. Metode Tes Pemahaman Konsep

Tes berisi pernyataan yang digunakan untuk menilai seberapa baik pemahaman konsep yang dimiliki oleh peserta didik (Sugiyono, 2017). Tes dalam penelitian ini menggunakan tes tertulis (*pretest* dan *posttest*). Kisi-kisi pembuatan soal dalam tes disesuaikan dengan Kurikulum Merdeka, dan soal yang telah dibuat diuji

coba kepada siswa. Soal-soal *pretest* dan *posttest* yang digunakan telah melalui proses validasi dan dianggap layak untuk digunakan. Soal *pretest* diujikan sebelum pemberian perlakuan, sementara soal *posttest* diujikan setelah pemberian perlakuan. Tes ini diberikan kepada kelompok kontrol dan eksperimen menggunakan tes yang identik. Hasil data yang diperoleh digunakan untuk menguji hipotesis dalam penelitian.

3. Metode Dokumentasi

Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data siswa dalam sampel penelitian, di mana nilai hasil tes belajar siswa sebelum perlakuan diperoleh dari nilai *pretest*. Nilai *pretest* memberikan gambaran awal tentang kemampuan awal siswa di kelas kontrol dan eksperimen. Sementara itu, nilai *posttest* digunakan untuk menilai tingkat pemahaman konsep siswa setelah perlakuan diberikan di kedua kelas tersebut.

F. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk memperoleh informasi maupun data terkait topik yang relevan dengan penelitiannya. Instrumen yang diterapkan sebagai berikut:

1. Angket

Penelitian ini menggunakan angket sebagai cara untuk mengumpulkan data dengan tujuan mendapatkan

penilaian kevalidan dari validator. Angket ini menjadi langkah awal apakah produk bisa digunakan atau tidak.

2. Soal Tes

Soal tes digunakan untuk mengevaluasi capaian pembelajaran peserta didik dengan fokus pada indikator keterampilan berpikir kritis. Penyusunan instrumen tes memperhatikan beberapa hal berikut:

- a. Kesesuaian dengan tujuan penelitian
- b. Materi-materi yang akan dikembangkan mengacu dengan kurikulum pendidikan yang sedang berlaku
- c. Penilaian dilakukan melalui aspek kognitif
- d. Soal harus berpedoman pada indikator pemahaman konsep dan sudah dilakukan uji validitas dan reliabilitas. Indikator-indikator pemahaman konsep yang dimaksud dipaparkan dalam Tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Indikator dan Kriteria Pemahaman Konsep

Variabel	Indikator Pemahaman Konsep	Kriteria
Kemampuan Pemahaman Konsep	Menafsirkan (<i>Interpreting</i>)	Siswa mampu mengubah kalimat ke gambar dan gambar ke kalimat
	Memberi Contoh (<i>Exemplifying</i>)	Memberikan contoh mengenai konsep secara umum

Variabel	Indikator Pemahaman Konsep	Kriteria
		Mengidentifikasi ciri-ciri khusus
	Mengelompokkan (<i>Classifying</i>)	Mengolongkan konsep umum
	Menggeneralisasikan (<i>Summarizing</i>)	Memberikan kesimpulan secara umum
	Menarik Inferensi (<i>Inferring</i>)	Memberikan kesimpulan logis
	Membandingkan (<i>Comparing</i>)	Menunjukkan perbedaan antara dua objek
	Menjelaskan (<i>Explaining</i>)	Menjelaskan hubungan sebab akibat

G. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Sebelum digunakan, alat evaluasi perlu diuji terlebih dahulu untuk menilai kecocokannya atau kelayakannya. Alat untuk menguji intrumen evaluasi dapat digunakan beberapa uji berikut:

1) Uji Validitas

Validitas adalah ukuran yang menunjukkan sejauh mana suatu instrumen dapat diandalkan dan sah digunakan. Rumus yang digunakan yaitu rumus korelasi *product moment* dalam persamaan 3.1 (Arikunto, 2013):

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{N \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{N \sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (3.1)$$

Keterangan:

N = Jumlah peserta tes

r_{xy}	=	Koefisien korelasi diantara variabel Y dan X
$\sum x$	=	Banyaknya skor item
$\sum y$	=	Banyaknya skor total
$\sum xy$	=	Hasil perkalian diantara skor total dan item
$\sum x^2$	=	Jumlah kuadrat skor item
$\sum y^2$	=	Jumlah kuadrat skor total

Nilai *r Product Moment* yang diperoleh dalam perhitungan dibandingkan dengan *r tabel*. Jika diperoleh nilai $r_{xy \text{ hitung}} > r_{\text{tabel}}$ dengan taraf signifikan 5%, maka instrumen tersebut dapat dikatakan valid. Sebaliknya, apabila dalam perhitungan didapat $r_{xy \text{ hitung}} < r_{\text{tabel}}$ dengan taraf signifikan 5%, maka instrumen tersebut dapat dikatakan tidak valid (Arikunto, 2012).

2) Uji Reliabilitas

Reliabilitas soal mengacu pada seberapa baik perangkat tes atau instrumen dalam konsistensi dan stabilitasnya. Instrumen dianggap reliabel ketika tes tersebut menunjukkan keajegan dan konsistensi dalam mengukur karakteristik yang diteliti. Reliabilitas diperoleh dalam persamaan 3.2 (Arikunto, 2013).

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (3.2)$$

Keterangan:

r_{11}	=	reliabilitas instrumen
n	=	banyaknya item

M = mean skor total

S_t^2 = varians total yaitu varians skor total

Nilai r_{11} yang diperoleh dalam perhitungan dibandingkan dengan r_{tabel} *product moment* dengan taraf signifikan 5%. Jika pada perhitungan diperoleh $r_{11} > r_{tabel}$ *product moment* maka instrumen yang diuji bersifat reliabel. Tabel *product moment* terdapat pada Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Tabel *product moment*

No	Rentang	Kriteria
1	$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
2	$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
3	$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Cukup
4	$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
5	$r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah

(Arikunto, 2013)

3) Uji Taraf Kesukaran

Taraf kesukaran butir soal dihitung dengan menggunakan persamaan 3.3 (Arikunto, 2013).

$$p = \frac{\bar{X}}{JS} \quad (3.3)$$

Keterangan:

p = Taraf kesukaran

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata tiap butir soal

JS = Skor Maksimum Ideal

Klasifikasi tingkat kesukaran soal dapat menggunakan kriteria pada Tabel 3.3:

Tabel 3. 3 Tabel Kriteria Tingkat Kesukaran Soal

Interval p	Kategori
$0,00 \leq P < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq P < 0,70$	Sedang

$0,70 \leq P < 1,00$	Mudah
----------------------	-------

(Arikunto, 2013)

Soal yang dianggap baik yaitu ketika soal pada kriteria sedang dengan indeks kesukaran 0,3 – 0,7.

4) Uji Daya Pembeda

Daya pembeda soal uraian dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 3.4 (Arikunto, 2013):

$$D = \frac{X_a - X_b}{M} \quad (3.4)$$

Keterangan:

- D = Daya pembeda
 X_a = Rata-rata kelompok atas
 X_b = Rata-rata kelompok bawah
 M = Skor maksimal

Kriteria yang digunakan dalam daya beda yaitu dalam Tabel 3.4:

Tabel 3. 4 Tabel Kriteria Daya Beda

Interval D	Kategori
$0,00 \leq D < 0,20$	Jelek
$0,20 \leq D < 0,40$	Cukup
$0,40 \leq D < 0,70$	Baik
$0,70 \leq D < 1,00$	Baik sekali

(Arikunto, 2013)

H. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis data yang dirancang khusus untuk mengevaluasi validitas produk hasil pengembangan. Beberapa teknik analisis data yang diterapkan dalam proses ini mencakup:

1. Analisis Kelayakan Produk

a. Analisis Data Kelayakan

Kelayakan merujuk pada ukuran yang dapat mengindikasikan validitas Lembar Kerja Peserta Didik. Uji validasi melibatkan ahli dalam bidang materi dan media. Proses validasi ini menggunakan instrumen lembar validasi LKPD yang memuat kriteria evaluasi sesuai dengan indikator yang ditetapkan oleh BSNP, disusun dengan skala yang terinci seperti yang dijelaskan dalam Tabel 3.5:

Tabel 3. 5 Skala Angket Lembar Validasi

Kriteria Penilaian	Skor
Sangat Baik	5
Baik	4
Cukup Baik	3
Kurang Baik	2
Tidak Baik	1

(Azwar, 2017)

Skor total dari proses validasi dievaluasi secara baik secara kualitatif maupun kuantitatif untuk menentukan tingkat kevalidan dan kualitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang menggunakan pendekatan STEM dengan bantuan aplikasi *Phyphox*. Besarnya validitas produk LKPD dapat dihitung menggunakan rumus *Aiken's V* dalam persamaan 3.5 berikut (Azwar, 2017):

$$V = \frac{\sum s}{n (C-1)} \quad (3.5)$$

Keterangan:

V = Indeks validitas isi

$$\begin{aligned}
 S &= r - I_0 \\
 I_0 &= \text{Skor penilaian terendah} \\
 n &= \text{Jumlah Validator} \\
 C &= \text{Skor penilaian tertinggi} \\
 r &= \text{Skor dari validator}
 \end{aligned}$$

Nilai yang diperoleh dari perhitungan *Aiken's V* (Aiken, 1985). Berdasarkan tabel Aiken's V dengan jumlah validator 5 dan skala 5 maka dapat dikatakan valid apabila $V \geq 0,80$.

b. Analisis Persentase Kelayakan LKPD

Analisis persentase kelayakan LKPD dapat dihitung menggunakan persamaan (3.6):

$$\% \text{ tiap aspek} = \frac{\text{Skor rata-rata tiap aspek}}{\text{Skor maksimal tiap aspek}} \times 100\% \quad (3.6)$$

Hasil persentase kelayakan LKPD pada setiap aspek kemudian ditafsirkan dalam bentuk Tabel 3.6 (Darwis, 2011):

Tabel 3. 6 Interpretasi Kriteria Kepraktisan

No	Interval	Kriteria
1	$80\% \leq X \leq 100\%$	Sangat layak
2	$60\% \leq X < 80\%$	Layak
3	$40\% \leq X < 60\%$	Cukup layak
4	$20\% \leq X < 40\%$	Kurang layak
5	$0\% \leq X < 20\%$	Tidak layak

(Darwis, 2011)

Kriteria hasil uji LKPD yang dikembangkan layak digunakan jika persentase kelayakan setiap aspek berada pada persentase $\geq 61\%$ dengan kriteria layak atau sangat layak.

2. Analisis Efektivitas

Data *pretest* dan *posttest* peserta didik untuk mengukur keefektivitas LKPD berbasis STEM berbantuan aplikasi *Phyphox*. Data dianalisis menggunakan langkah sebagai berikut:

a. Analisis Data Awal

1) Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengevaluasi apakah sampel yang diambil berasal dari populasi yang seragam atau tidak. Rumus menghitung homogenitas (Sugiyono, 2017) dapat dilihat sebagai berikut dalam persamaan 3.7:

$$F = \frac{\text{Varian Terbesar}}{\text{Varian Terkecil}} \quad (3.7)$$

Kriteria pengujian ketika kedua varian bersifat homogen yaitu jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan $\alpha = 5\%$, dengan $dk = k - 1$.

Uji homogenitas juga dapat dilakukan dengan menggunakan *SPSS Statistics 23*. Metode pengujian pada penelitian ini

menggunakan Uji *Levene*. Kriteria pengambilan keputusan adalah jika nilai *Sig.* < 0,05 maka data tidak memiliki varians homogen, kemudian jika nilai *Sig.* > 0,05 maka data memiliki varians yang homogen (Sugiyono, 2017).

2) Uji Normalitas

Uji Normalitas dilakukan untuk menentukan apakah distribusi data pada kelompok tersebut mengikuti pola normal atau tidak. Rumus untuk mencari normalitas menggunakan *Chi-kuadrat* dalam persamaan 3.8:

$$x^2 = \frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h} \quad (3.8)$$

x^2 = Chi Khuadrat

f_0 = frekuensi/jumlah data hasil observasi

f_h = frekuensi/jumlah yang diharapkan (presentase luas hasil tiap bidang dikalikan dengan n)

Jika $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ maka populasi berdistribusi normal.

Uji normalitas juga dapat dilakukan melalui bantuan aplikasi *SPSS Statistics 23*. Uji normalitas dilakukan dengan metode *Shapiro-Wilk* karena sampel berjumlah kurang dari 50 sampel (Sugiyono, 2017). Dasar pengambilan keputusan uji normalitas *Shapiro Wilk* adalah

jika nilai *Sig.* hitung $> 0,05$ maka data berdistribusi normal, apabila nilai *Sig.* hitung $< 0,05$ maka data berdistribusi tidak normal.

b. Analisis Tahap Lanjut

1) Pengujian Hipotesis (Uji Perbedaan Rata-rata)

Uji perbedaan rata-rata bertujuan untuk mengevaluasi hasil belajar peserta didik. Setelah kedua kelompok diberikan perlakuan yang berbeda, tes akhir dilakukan dan data dari tes ini digunakan sebagai dasar untuk menguji hipotesis penelitian. Uji ini menggunakan metode t-test dengan hipotesis yang telah ditentukan sebelumnya:

$H_0 = \mu_1 = \mu_2$, tidak terdapat perbedaan signifikan rata-rata skor antara sebelum dan sesudah penerapan LKPD berbasis STEM berbantuan aplikasi

$H_a = \mu_1 \neq \mu_2$, terdapat perbedaan signifikan rata-rata skor antara sebelum dan sesudah penerapan LKPD berbasis STEM berbantuan aplikasi

μ_1 = Rata-rata skor dalam kelompok penerapan LKPD berbasis STEM berbantuan aplikasi.

μ_2 = Rata-rata skor dalam kelompok tanpa

penerapan LKPD berbasis STEM berbantuan aplikasi.

Maka untuk menguji hipotesis menggunakan analisis *independent sample t-test* pada persamaan 3.9 (Sugiyono, 2017).

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}} \quad (3.9)$$

Keterangan:

- $\bar{x}_1$ = Rata-rata sampel
- $\bar{x}_2$ = Rata-rata sampel 2
- s_1 = Simpangan baku sampel 1
- s_2 = Simpangan baku sampel 2
- s_1^2 = varians sampel 1
- s_2^2 = varians sampel 2
- r = Korelasi antara dua sampel

Harga t_{hitung} kemudian dibandingkan dengan harga t_{tabel} , dengan $dk = n_1 + n_2 - 2$ dan taraf kesalahan 5% maka (Sugiyono, 2017) menyatakan,

- i. Jika harga t_{hitung} lebih kecil daripada t_{tabel} , maka hasil akhir signifikan (H_a diterima dan H_0 ditolak)
- ii. Jika harga t_{hitung} lebih besar daripada t_{tabel} , maka hasil akhir tidak signifikan (H_a ditolak dan H_0 diterima)

2) Uji peningkatan pemahaman konsep peserta didik (Uji N-gain)

Uji peningkatan pemahaman konsep peserta didik dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 3.10 (Hake, 1999):

$$g = \frac{(\%S_{post} - \%S_{pre})}{100 - \%S_{pre}} \quad (3.10)$$

S_{pre} = Skor rata-rata *pretest*

S_{post} = Skor rata-rata *posttest*

Kategori *gain* peningkatan pemahaman konsep peserta didik dapat dilihat pada Tabel 3.7:

Tabel 3. 7 Kriteria Gain

Interval g	Kategori
$(g) < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq (g) < 0,7$	Sedang
$(g) \geq 0,7$	tinggi

(Hake, 1999)

Kriteria efektivitas yang telah didapatkan dari uji gain dikatakan tinggi ketika gain berada pada interval $\geq 0,7$.

3) Uji Efektivitas (*Effect Size*)

Analisis besarnya pengaruh LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* terhadap pemahaman konsep peserta didik dapat menggunakan analisis *effect size*. Besarnya pengaruh suatu variabel terhadap

variabel lain dapat diukur dengan menggunakan rumus *Cohend*, dengan persamaan berikut:

$$D = \frac{x_1 - x_2}{s_{pooled}}$$

Keterangan:

D	=	<i>effect size</i>
x_1	=	skor rerata posttest kelas eksperimen
x_2	=	skor rerata posttest kelas eksperimen
s_{pooled}	=	standar deviasi gabungan

Berikut merupakan kriteria klasifikasi *effect size*:

Tabel 3. 6 Kriteria Effect Size

Interval D	Kriteria
$D < 0,5$	Rendah
$0,5 \leq D \leq 0,8$	Sedang
$D > 0,8$	Tinggi

(Cohen, 1998)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini berbentuk *Research and Development (RnD)* yang menghasilkan produk berupa LKPD berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* berbentuk aplikasi *Phyphox* pada materi gelombang bunyi yang mengacu pada kurikulum merdeka. Adapun penelitian ini menggunakan jenis pengembangan ADDIE yang memiliki lima tahapan, yakni *Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*.

Tahapan pada jenis pengembangan ADDIE ini dipakai dalam mengembangkan LKPD berbasis STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* yang dijelaskan berikut ini:

1. *Analyze* (Tahap Analisis)

- a. Analisis awal

Tahap awal dalam penelitian ini adalah melakukan analisis untuk mengidentifikasi masalah yang mungkin timbul dalam pembelajaran fisika. Analisis ini melibatkan observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika di SMA Negeri 1 Semarang sebagai lokasi penelitian. Hasil dari wawancara dengan guru fisika memberikan informasi tentang kegiatan pembelajaran fisika dan

materi ajar yang digunakan selama proses pembelajaran.

Permasalahan yang diketahui bahwa peserta didik tidak dapat menerima konsep-konsep materi dengan baik. Konsep yang tidak dapat diterima dengan baik terjadi akibat tidak adanya pendekatan pembelajaran yang digunakan dan media pendukung pembelajaran. Masalah tersebut ditambah dengan penyajian materi gelombang bunyi yang tidak dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga peserta didik butuh usaha ekstra dalam memahami konsep gelombang bunyi.

Berdasarkan informasi tersebut, diusulkan solusi untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berorientasi pada pendekatan STEM. Solusi ini bertujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep materi yang dipelajari.

b. Analisis Materi

Analisis selanjutnya adalah analisis terhadap materi yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Analisis ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi materi yang sulit dipahami oleh peserta didik. Setelah dilakukan analisis, didapatkan materi gelombang bunyi. Materi tersebut akan menjadi

materi utama dalam LKPD yang akan digunakan kelas XI semester 2 (genap). Berdasarkan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) Kurikulum Merdeka, Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) terdapat dalam Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran
Peserta didik mampu menguraikan prinsip dan konsep gelombang bunyi melalui kegiatan penyelidikan untuk memecahkan masalah	1. Menentukan persamaan cepat rambat bunyi
	2. Menerapkan persamaan efek Doppler dan layangan bunyi dalam pemecahan masalah
	3. Menentukan hubungan antara besaran yang memengaruhi frekuensi gelombang pada dawai dan pipa organa
	4. Menerapkan konsep dan sifat gelombang bunyi pada teknologi

Tujuan pembelajaran yang telah disusun sudah sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Kemajuan belajar peserta didik tercermin dari pencapaian tujuan pembelajaran dalam satu periode tertentu pada suatu mata pelajaran. Hasil belajar

yang efektif dan efisien dapat dicapai dengan bantuan guru yang mendukung kegiatan peserta didik yang dapat membentuk skema kognitif dari pengalaman konkret.

2. *Design* (Tahap Desain)

Aktivitas yang dilakukan dalam tahap ini yaitu mendesain produk berupa LKPD berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* berbentuk aplikasi *Phyphox*. Beberapa hal yang dikerjakan pada saat perancangan produk adalah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan referensi sebagai bahan untuk materi dan juga isi LKPD berbasis STEM yang berkaitan dengan materi gelombang bunyi. Referensi diperoleh dari artikel ilmiah ataupun buku yang masih relevan. Selain itu, informasi tentang STEM dan ilustrasi desain visual didapatkan melalui referensi *online* yang akan dipakai dalam pengembangan LKPD.
- b. Membuat kerangka dari LKPD yang bertujuan untuk menetapkan konten-konten yang akan dipelajari.
- c. Pemilihan aplikasi pendukung. Pembuatan *cover* dan *border* dibuat melalui aplikasi *Corel Draw X8*. Aplikasi yang digunakan untuk menyusun semua

konten isinya dari aplikasi *Microsoft Office Word 2019*.

3. *Development* (Tahap Pengembangan)

Tahap pengembangan dilaksanakan untuk menghasilkan produk berupa LKPD secara menyeluruh sesuai dengan rancangan pada tahap desain. Berikut adalah hasil dari pembuatan LKPD tersebut:

- a. Sampul, yaitu halaman depan dan belakang yang pertama kali dilihat oleh pembaca, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1



(a)



(b)

Gambar 4. 1 Cover Depan dan Belakang

- b. Halaman penulis, memuat spesifikasi dan informasi umum mengenai LKPD yang disusun.
- c. Kata Pengantar, memuat ucapan terima kasih penulis kepada berbagai pihak yang telah

membantu penulis dalam penyelesaian dan memuat tujuan dibuatnya LKPD tersebut.

- d. Daftar isi, memuat judul konten beserta nomor halaman yang diatur sesuai dengan sistematika LKPD.
- e. Peta konsep, memuat beberapa cakupan materi yang akan dipelajari di dalam LKPD secara sederhana yang dituangkan dalam bentuk bagan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Peta Konsep LKPD

- f. Petunjuk penggunaan, memuat informasi bagi peserta didik dan pendidik mengenai cara penggunaan LKPD dalam proses pembelajaran.
- g. Petunjuk pemasangan aplikasi *Phypox*, memuat petunjuk dalam pemasangan aplikasi yang digunakan sebagai alat bantu kegiatan dalam pembelajaran.

- h. Pendahuluan, memuat isi deskriptif dari LKPD berupa capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, serta deskripsi LKPD.
- i. Kegiatan belajar, memuat uraian materi pembelajaran yang dapat memberi pengetahuan kepada peserta didik.
- j. Lembar kerja, memuat lembar yang dapat digunakan peserta didik dalam menuntaskan kegiatan belajar. Pada lembar ini memuat komponen STEM dan pada setiap kegiatan dibantu dengan aplikasi *Phyphox*. Lembar kerja ini terdiri dari tiga lembar kerja yang dibagi pada tiga pertemuan.
- k. Glosarium, memuat daftar istilah yang terdapat dalam LKPD dan disusun menurut urutan alfabet.
- l. Daftar pustaka, memuat daftar referensi yang dipakai dalam penyusunan LKPD.

Produk awal yang dikembangkan kemudian dievaluasi oleh validator ahli untuk menentukan LKPD yang dibuat layak, dengan menilai baik dari segi isi materi maupun media yang digunakan. Validasi produk ini dilakukan oleh ahli materi dan ahli media. Validator ahli materi dan ahli media dalam penelitian ini adalah Dr. Susilawati, M.Pd (validator 1) Dosen Pendidikan Fisika UIN Walisongo.; Istikomah, M.Sc. (validator 2)

Dosen Fisika UIN Walisongo; Supliyadi, M.Pd. (validator 3) Guru Fisika SMA Negeri 1 Semarang; Siti Handayani, M.Pd. (validator 4) Guru Fisika SMA Negeri 1 Semarang; dan Anang Budiarmo, M.Pd (validator 5) Guru Fisika SMA Negeri 1 Semarang. Proses penilaian kelayakan produk oleh validator menggunakan alat berupa angket validasi yang mencakup aspek-aspek yang telah ditetapkan, seperti yang tercatat dalam lampiran 22.

Data kuantitatif yang diperoleh dari validator kemudian dianalisis menggunakan kriteria validitas Aiken's V dengan melibatkan lima ahli sebagai penilai ahli media dan ahli materi. Penilaian ini menggunakan skala dalam bentuk angket yang terdiri dari 5 pilihan jawaban. LKPD dianggap valid ketika nilai validitas mencapai 0,80 (Aiken, 1985).

Kritik dan masukan yang diberikan validator terdokumentasi dalam lampiran 24. Masukan dan saran tersebut kemudian dijadikan revisi untuk meningkatkan kualitas produk, sehingga produk akhir yang dihasilkan dianggap telah sesuai. LKPD yang telah mendapatkan revisi dari validator ahli materi dan ahli media secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 24.

4. *Implementation* (Tahap Implementasi)

Tahap implementasi adalah tahap untuk mengetahui hasil pengembangan berbentuk LKPD berbasis STEM yang berbantuan aplikasi *Phyphox* tersebut diimplementasikan kepada peserta didik. Implementasi produk dilakukan pada dua kelas, dari hasil *sampling* yang dilakukan oleh penulis. Jenis *sampling* yang digunakan adalah *purposive sampling* yang menghasilkan kelas XI-10 dan kelas XI-12 SMA N 1 Semarang. Kelas XI-10 berjumlah 36 peserta didik dan kelas XI-12 berjumlah 35 peserta didik.

Implementasi produk dilakukan langsung kepada peserta didik di sekolah dengan tujuan meningkatkan tingkat pemahaman konsep peserta didik dalam materi gelombang bunyi. Implementasi dilakukan selama lima kali pertemuan. Pertemuan pertama yakni pemberian instrumen soal *pretest* pemahaman konsep materi gelombang bunyi. Pertemuan kedua yaitu penyampaian materi mengenai gelombang bunyi dan kemudian dilakukan kegiatan uji pemanfaatan gelombang bunyi pada sonar. Pertemuan ketiga yaitu mengenai peristiwa cepat rambat bunyi. Pertemuan keempat pembahasan mengenai peristiwa efek Doppler. Pertemuan kelima yaitu kegiatan *posttest* untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep peserta didik.

5. *Evaluation* (Tahap Evaluasi)

Langkah selanjutnya adalah evaluasi. Evaluasi dalam model pengembangan ADDIE dilakukan pada setiap tahapan, mulai dari analisis, desain, pengembangan, hingga implementasi. Tujuan evaluasi ini adalah untuk memastikan produk LKPD yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan dapat digunakan secara efektif.

Pada tiga tahap awal, yakni analisis, desain, dan pengembangan, didapatkan evaluasi dari validator. Validator diberikan produk awal yang belum diberi masukan, kemudian validator memberikan revisi yang kemudian dinilai. Penilaian dari validator, seperti yang tercantum pada lampiran 24, menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan tergolong valid, dengan beberapa perbaikan yang dilakukan berdasarkan saran dan komentar dari validator.

Tahap evaluasi yang terakhir adalah tahap implementasi. Evaluasi tahap ini didapatkan dari perolehan nilai *pretest* dan *posttest* yang telah dilakukan. Nilai yang didapatkan peserta didik menunjukkan bahwa LKPD yang telah dikembangkan telah efektif untuk diterapkan dan dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi.

Evaluasi pada tahap akhir untuk mengetahui keefektifan dari LKPD yang digunakan perlu adanya penyusunan instrumen yang komprehensif. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Menentukan Materi

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah tentang gelombang bunyi, yang telah disesuaikan dengan konten yang ada dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang sudah disiapkan sebelumnya. Langkah ini memastikan bahwa materi yang dipelajari sesuai dengan rencana pembelajaran yang telah disusun.

b. Menentukan Tipe Soal

Instrumen soal yang dipakai dalam *pretest* dan *posttest* adalah berbentuk uraian. Menurut Susongko (2010), tes berbentuk uraian lebih efektif dibandingkan tes berbentuk *testlet*, hal tersebut dikarenakan peserta didik mampu berpikir lebih lanjut daripada hanya menggunakan *testlet*.

c. Menentukan Jenjang Kognitif

Tingkat kemampuan peserta didik menurut Taksonomi Bloom terbagi menjadi tiga kategori, yakni kognitif, afektif, dan psikomotorik. Tes yang akan digunakan dalam menentukan peningkatan

pemahaman konsep peserta didik adalah tes kognitif. Kategori kemampuan kognitif menurut Bloom dalam (Anderson & Krathwohl, 2001) dibagi menjadi enam tingkatan yang berbeda. Tingkat mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), Mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6).

d. Membuat kisi-kisi soal

Pembuatan kisi-kisi soal terdiri atas enam kolom, yaitu materi pokok, indikator asesmen, bentuk soal, kunci jawaban, indikator pemahaman konsep, dan rubrik Penskoran. Kisi-kisi penulisan soal dapat dilihat pada lampiran 13.

e. Penyusunan Butir Soal

Soal yang digunakan untuk uji coba terdiri dari 20 butir soal uraian yang kemudian mendapatkan validasi dari ahli. Lembar soal terdokumentasi pada lampiran 14. Soal yang telah diserahkan kepada validator yang berjumlah lima orang ahli kemudian dinilai untuk mengetahui kelayakan soal tersebut. Hasil yang dinilai oleh ahli dikatakan valid berdasarkan kriteria Aiken's dengan jumlah rater 5 dan skala 4 ketika mendapatkan nilai $\geq 0,87$. Analisis validitas isi dari ahli tersebut dapat dilihat pada lampiran 26.

Butir soal mendapatkan penilaian dan saran dari ahli kemudian direvisi dan diujikan ke peserta didik yang telah mendapatkan materi gelombang bunyi yakni kelas XI-11. Kelas XI-11 merupakan kelas yang diampu oleh ibu Handayani. Kelas tersebut sudah mendapatkan materi gelombang bunyi karena memang kelas yang diampu oleh ibu Handayani relatif lebih cepat daripada kelas yang diampu oleh bapak Supliyadi.

Jawaban dari hasil tes uji coba kemudian dilakukan uji validitas empiris, yaitu tingkat validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda soal untuk mendapatkan soal yang layak digunakan. Soal yang dinyatakan layak kemudian digunakan untuk menguji keefektifan LKPD melalui *pretest* dan *posttest*. Hasil tersebut kemudian dilakukan uji normalitas, uji homogenitas, uji t, dan uji N-Gain.

B. Hasil Uji Coba Produk

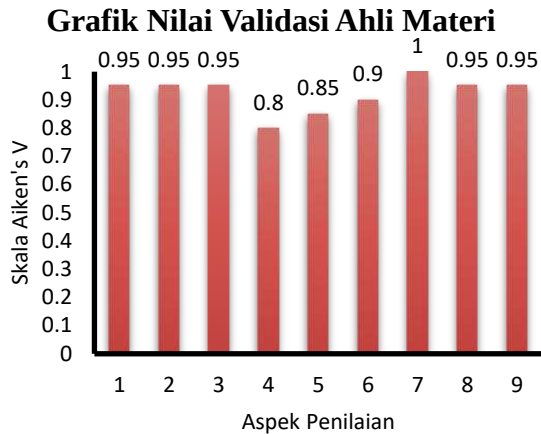
Produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik berbasis STEM untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik dilakukan pengujian oleh ahli untuk mengetahui kelayakan LKPD. Pengujian LKPD merupakan rangkaian tahapan evaluasi dan validasi. LKPD dikonsultasikan kepada beberapa Dosen dan guru SMA bidang Fisika sebagai ahli materi dan

ahli media untuk mendapatkan kritik dan saran perbaikan. Berikut adalah langkah-langkah untuk menguji kelayakan LKPD:

1. Validasi Ahli

Validasi ahli dilakukan oleh lima ahli yang memiliki keahlian di bidang materi dan media, yang telah ditetapkan sebelumnya untuk menilai kelayakan LKPD sehingga didapatkan masukan atau saran perbaikan untuk dapat diperbaiki. Ahli melakukan penilaian terhadap LKPD yang telah disiapkan dengan menggunakan angket yang telah disusun. Guru fisika juga turut serta sebagai ahli untuk menilai kelayakan LKPD yang akan digunakan dalam pembelajaran. Setelah validasi dan penilaian dilakukan, skor yang diperoleh dari ahli materi dan ahli media kemudian dianalisis menggunakan formula Aiken's V untuk menilai kecocokan dan kualitas LKPD yang telah dikembangkan.

Rincian perhitungan hasil validasi dari ahli materi dan ahli media secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 26 dan lampiran 27. Berdasarkan tabel validasi ahli materi, hasil tersebut dapat dikonversikan menjadi grafik pada gambar 4.3.



Keterangan Grafik:

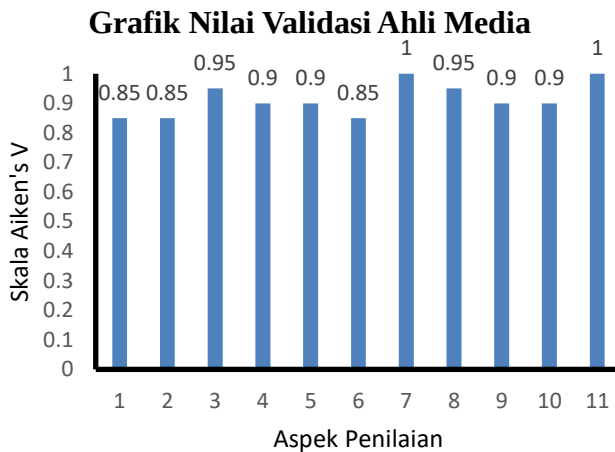
1. Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran
2. Kesesuaian isi LKPD dengan kemampuan dan kebutuhan peserta didik
3. Kebermanfaatan kegiatan untuk menambah pengetahuan
4. Alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah di dapat
5. Isi dan kegiatan dalam LKPD mengarah pada aspek Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)
6. LKPD memuat instruksi yang sudah mengarah pada aspek Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)
7. LKPD menggunakan bahasa Indonesia yang baku sesuai PUEBI
8. LKPD menggunakan istilah fisika yang tepat dan benar
9. Bahasa yang digunakan dalam LKPD efektif dan sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik

Gambar 4. 3 Grafik Nilai Validasi Ahli Materi

Kriteria kevalidan sebuah LKPD yang telah di validasi dan dianalisis menggunakan formula Aiken's V dengan jumlah *rater* lima menggunakan skala lima adalah ketika mencapai nilai $\geq 0,80$. Grafik penilaian validasi dari ahli materi yang melibatkan 9 indikator penilaian, penilaian tersebut secara keseluruhan telah

mencapai nilai $\geq 0,80$, sehingga LKPD dari segi materi dapat dinyatakan valid.

Analisis dilanjutkan dari penilaian ahli media, hasil tersebut dapat disajikan melalui grafik yang terdapat pada gambar 4.4



Keterangan Grafik:

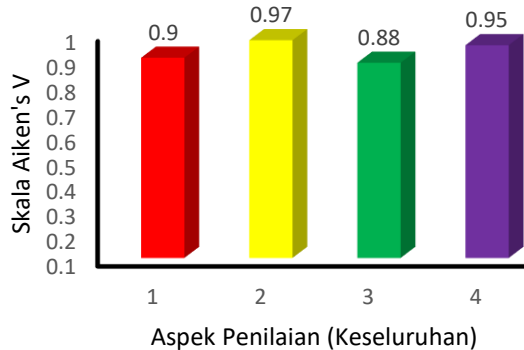
1. Urutan sajian dalam LKPD runtut
2. Tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci
3. Terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
4. Penyajian permasalahan dan kegiatan dalam LKPD sesuai dengan materi
5. Kegiatan yang disajikan dalam LKPD dapat membantu peserta didik menemukan konsep
6. Tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik
7. Penggunaan jenis huruf dan ukuran jelas, konsisten, dan menarik
8. Layout atau tata letak rapi dan konsisten
9. Ilustrasi/gambar jelas
10. Desain tampilan menarik
11. Ilustrasi sampul menarik dan menggambarkan isi/materi dalam LKPD

Gambar 4. 4 Grafik Nilai Validasi Ahli Media

Validasi oleh ahli media dapat dinyatakan valid ketika mencapai nilai $\geq 0,80$. Berdasarkan grafik penilaian validasi dari ahli media yang melibatkan 11 indikator penilaian, penilaian tersebut secara keseluruhan telah mencapai nilai $\geq 0,80$, sehingga LKPD dari segi media dapat dinyatakan valid.

Hasil uji validitas berdasarkan beberapa aspek yang dinilai kemudian dianalisis. Hasil analisis validitas dari segi aspek kemudian disajikan dalam grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.5.

Grafik Nilai Validasi Ahli Materi dan Ahli Media Tiap Aspek



Keterangan Grafik

1. Kelayakan Isi
2. Kebahasaan
3. Penyajian
4. Tampilan

Gambar 4. 5 Grafik Nilai Validasi Ahli Materi dan Ahli Media Tiap Aspek

Validasi oleh ahli materi dan ahli media yang disajikan dalam beberapa aspek dapat dinyatakan valid ketika mencapai nilai $\geq 0,80$. Grafik yang disajikan dalam gambar 4.5 didapatkan secara keseluruhan didapatkan nilai $\geq 0,80$, sehingga produk dapat dinyatakan valid.

Hasil analisis dari tiap aspek yang telah didapatkan, kemudian penilaian dari ahli materi dan ahli media di total secara keseluruhan sehingga menjadi penilaian produk secara utuh. Penilaian secara keseluruhan disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Penilaian Validasi Secara Keseluruhan

Butir	Nilai
Ahli Materi	0.92
Ahli Media	0.91
Keseluruhan	0.92

Berdasarkan pada tabel kriteria Aiken's V dengan jumlah rater sebanyak lima dan skala penilaian lima dengan nilai validasi (V) minimum agar dapat dikatakan valid atau layak yaitu $\geq 0,80$. Berdasarkan tabel penilaian dari ahli materi dan ahli media secara keseluruhan didapatkan nilai total sebesar 0,918, sehingga produk yang dikembangkan dapat dinyatakan valid.

Tahap selanjutnya adalah menghitung kelayakan LKPD dari analisis persentase kelayakan. Hasil analisis persentase kelayakan LKPD dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Persentase Kelayakan LKPD

Aspek	Persentase Kelayakan	Kriteria
Kelayakan Isi	92%	Sangat Layak
Kebahasaan	97%	Sangat Layak
Penyajian	90%	Sangat Layak
Tampilan	84%	Sangat Layak

2. Validitas Empiris

Uji coba kepada peserta didik yang telah menerima materi gelombang bunyi sebelum dilakukannya penerapan LKPD pada pembelajaran. Uji coba produk merupakan uji skala kecil yang dilakukan di SMA Negeri 1 Semarang yang melibatkan peserta didik kelas XI-11. Peserta didik diminta mengerjakan 20 butir soal uraian dengan waktu 2x45 menit. Kegiatan tersebut berguna untuk mengetahui sejauh mana pemahaman peserta didik dan tingkat validitas empiris soal yang dipakai untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam memahami konsep pada materi gelombang bunyi. Analisis dalam validitas empiris adalah sebagai berikut:

a. Analisis Validitas Instrumen Soal

Analisis kevalidan soal dilakukan untuk mengetahui dan membuktikan bahwa soal yang digunakan untuk penelitian tersebut valid atau tidak (Arikunto, 2012). Hasil uji validitas instrumen soal terdapat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Analisis Validitas Butir Soal

Kriteria Soal	Nomor Soal	Jumlah	Presentase
Valid	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, dan 16	11	55%
Tidak Valid	1, 2, 3, 4, 5, 17, 18, 19, dan 20	9	45%

Berdasarkan hasil analisis yang terdapat pada Tabel 4.3 ini diperoleh ada 11 soal yang valid dan 9 soal yang tidak valid dari jumlah total 20 soal keseluruhan. Rincian perhitungan analisis kevalidan soal dijabarkan dalam lampiran 28.

b. Analisis Reliabilitas Soal

Analisis reliabilitas suatu instrumen dikatakan reliabel jika $r_{11} > r_{tabel}$. Analisis reliabilitas soal bertujuan untuk mengetahui bahwa instrumen yang digunakan bersifat konsisten atau dapat dikatakan dapat dipercaya (Arikunto, 2012).

Hasil analisis yang telah dilakukan didapati nilai reliabilitas soal sebesar 0,826. Nilai tersebut telah melebihi r_{tabel} *product moment* pada jumlah responden sebesar 22 peserta didik yang bernilai 0,423, sehingga instrumen soal dapat dikatakan reliabel dengan kriteria kriteria reliabilitas sangat tinggi. Hasil analisis reliabilitas soal dapat dilihat dalam lampiran 28.

c. Tingkat Kesukaran Soal

Uji tingkat kesukaran soal digunakan untuk mengetahui dan mengelompokkan soal pada kategori mudah, sedang, maupun sukar. Hasil analisis kriteria tingkat kesukaran diinterpretasikan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Tingkat Kesukaran

Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
Sukar	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, dan 20	10
Sedang	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10	9
Mudah	4	1

Hasil analisis tingkat kesukaran soal secara lengkap terdapat pada lampiran 28.

d. Daya Pembeda

Hasil analisis interpretasi kriteria daya beda soal yang beragam dapat dilihat dari Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Uji Daya Beda Soal

Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
Jelek	1, 2, 3, 4, 5, 17, 18, 19, dan 20	9
Cukup	6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, dan 16	8
Baik	7, 8, dan 9	3
Baik Sekali	-	0

Perhitungan analisis daya beda soal instrumen tercantum pada lampiran 28.

Berdasarkan hasil uji coba instrumen yang dilakukan menggunakan 20 soal uraian, terdapat 10 butir soal uraian yang layak dan dapat digunakan untuk mengukur pemahaman konsep peserta didik. Rincian soal yang digunakan dan tidak digunakan pada penelitian terdapat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Rincian Soal Setiap Indikator Pemahaman Konsep

Variabel	Indikator Pemahaman Konsep	Nomor Soal
Kemampuan Pemahaman Konsep	Menafsirkan (<i>Interpreting</i>)	8, 9, 10, 12, 13, 14, 15
	Memberi Contoh (<i>Exemplifying</i>)	6, 9
	Mengelompokkan (<i>Classifying</i>)	11
	Menggeneralisasikan (<i>Summarizing</i>)	12, 13,
	Menarik Inferensi (<i>Inferring</i>)	6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15

Variabel	Indikator Pemahaman Konsep	Nomor Soal
	Membandingkan (<i>Comparing</i>)	9
	Menjelaskan (<i>Explaining</i>)	7, 8, 10, 11, 14, 15,

3. Efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik

Salah satu tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah mengetahui peningkatan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi. Penelitian yang dilakukan kurang lebih satu bulan dengan total lima kali pertemuan di setiap kelas, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Kedua kelas tersebut nantinya akan melaksanakan *pretest* dan *posttest* dengan rincian 10 butir soal yang telah diuji coba validitasnya. Soal yang dipakai telah diuji validitasnya yang dapat dilihat pada lampiran 28, Reliabilitas yang dapat dilihat pada lampiran 28, Tingkat Kesukaran yang dapat dilihat pada lampiran 28, dan Daya Beda yang dapat dilihat pada lampiran 28.

Penelitian ini menggunakan uji t untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep peserta didik. Sebelum dilakukan uji t, maka tersebut diuji normalitas dan homogenitas sebagai prasyarat dilakukannya uji t. Berikut adalah analisis yang dapat dilakukan:

a. Uji Normalitas

Uji Normalitas merupakan salah satu uji prasyarat sebelum dilakukannya analisis uji t. Data dikatakan normal apabila $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ maka populasi berdistribusi normal. Data yang dianalisis disini adalah nilai *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berikut hasil analisis uji normalitas data *pretest* dan *posttest*. Hasil analisis uji normalitas data *pretest* dan *posttest* menggunakan *SPSS Statistic 23* dan menggunakan analisis *Shapiro-Wilk* yang disajikan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil Uji Normalitas

No	Kelas	Uji	Tingkat Signifikan	Kesimpulan
1	Eksperimen (XI-10)	<i>Pretest</i>	0,209	Normal
		<i>Posttest</i>	0,101	Normal
2	Kontrol (XI-12)	<i>Pretest</i>	0,458	Normal
		<i>Posttest</i>	0,766	Normal

Sebuah data dapat dikatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansinya $> 0,05$. Berdasarkan tabel 4.6 nilai signifikansi semua data tersebut dapat dikatakan bersifat normal. Adapun hasil uji normalitasnya dapat dilihat pada lampiran 30.

b. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas juga merupakan salah satu uji prasyarat sebelum dilakukannya uji t. Berdasarkan analisis data yang dilakukan didapati nilai signifikansi semua kelas adalah $0,000 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua sampel bersifat tidak homogen. Namun analisis uji-t masih dapat dilanjutkan dikarenakan uji homogenitas bukan uji mutlak jika data sudah normal (Sudjana, 1996). Berikut perhitungan uji homogenitas terdapat pada lampiran 30.

c. Uji Hipotesis

1) Uji *Independent Sample T-Test*

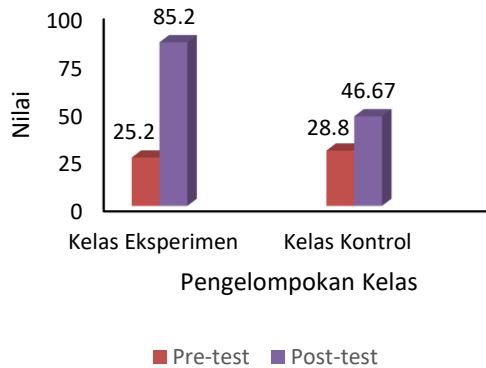
Penelitian ini menggunakan uji hipotesis menggunakan *independent sample t-test* untuk mengevaluasi apakah terdapat perbedaan signifikan dalam kemampuan pemahaman konsep peserta didik terhadap materi gelombang bunyi antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Sebelum melakukan pengujian hipotesis, dilakukan pengecekan untuk memastikan bahwa data pada sampel penelitian memiliki distribusi normal dan varians yang homogen. Hal ini penting untuk memastikan kevalidan hasil analisis statistik yang

dilakukan. Berikut kriteria pengujian hipotesisnya:

- a) Jika nilai $\text{sig} > 0,05$ artinya H_0 diterima dan H_a ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* tidak berpengaruh terhadap pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi.
- b) Jika nilai $\text{sig} < 0,05$ artinya H_0 ditolak dan H_a diterima. Hal ini menunjukkan hasil yang sebaliknya ketika nilai $\text{sig} > 0,05$ bahwa penggunaan LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* berpengaruh terhadap pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi.

Berdasarkan nilai rata-rata antara kedua kelas menunjukkan hasil yang berbeda. Nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada diagram yang disajikan dalam gambar 4.6.

Peningkatan Nilai *Pre-test* dan *Post-test*



Gambar 4. 6 Hasil Uji Rata-rata *Pretest* dan *Posttest*

Kemampuan pemahaman konsep peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan menggunakan LKPD berbasis STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil uji *independent sample t-test (2-tailed)* dari data nilai *pretest* menunjukkan bahwa sebelum dilakukan perlakuan mendapatkan nilai sig. (2-tailed) $0,09 > 0,05$ yang artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hasil analisis uji *independent sample t-test (2-tailed)* kedua sampel dari data nilai *posttest* diperoleh

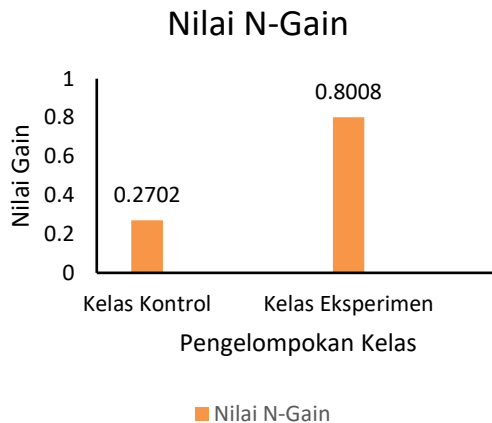
nilai sebesar $0,000 < 0,05$ yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan.

Hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan pengambilan keputusan hipotesis bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Pengujian hipotesis dalam penelitian ini pengembangan LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* memiliki pengaruh dalam pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi. Hasil analisis uji *independent sample t-test* secara rinci ditunjukkan pada lampiran 32.

2) Uji N-Gain

Uji N-Gain digunakan untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep peserta didik. Peningkatan kemampuan pemahaman konsep peserta didik yang diukur melalui analisis N-Gain dilakukan untuk kedua kelas, yakni kelas kontrol dan kelas eksperimen. Analisis uji N-Gain yang dilakukan didapatkan nilai pada kelas eksperimen 0,80. Nilai tersebut memiliki kategori “Tinggi”, sedangkan pada kelas kontrol mendapatkan nilai 0,27 yang memiliki kategori “Rendah”. Berdasarkan data yang diperoleh tersebut, dapat disimpulkan bahwa

pembelajaran menggunakan LKPD berbasis pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* memiliki peningkatan yang lebih tinggi. Peningkatan N-Gain dapat dilihat dalam grafik yang dituangkan dalam gambar 4.7. analisis N-Gain secara menyeluruh dapat dilihat pada lampiran 33.



Gambar 4. 7 Hasil Uji N-Gain

3) *Effect Size*

Effect size digunakan untuk mengetahui efektifitas dari penggunaan LKPD dalam kegiatan pembelajaran. Hasil uji *effect size* ini dapat digunakan sebagai pembanding dari pengaruh suatu variabel yang digunakan. berikut adalah hasil uji analisis *effect size*:

Tabel 3. 7 Hasil Uji *Effect Size*

Tes	<i>Mean Difference</i>
<i>Pretest</i>	-0,43
<i>Posttest</i>	1,65

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil *posttest* memiliki nilai *effect size* sebesar 1,65 dengan kriteria efektifitas tinggi. Hasil analisis *effect size* kelompok *pretest* adalah 0,43 dengan kriteria efektifitas rendah.

C. Revisi Produk

Revisi Produk dilakukan dengan pedoman dari kritik dan saran dari validator dengan tujuan agar kekurangan LKPD dapat diminimalisir.

Rangkuman kritik dan saran tersebut merupakan hasil dari evaluasi oleh validator ahli untuk meningkatkan kualitas produk, sehingga revisi yang dilakukan mencakup perubahan sebelum dan sesudah revisi yang dipaparkan dibawah ini

1. Cover ditambahkan berbantuan *Phyphox* agar terlihat kebaruan dan menjadi pembanding antara LKPD yang lain.

Cover LKPD sebelum revisi gambar ilustrasi yang digunakan belum terdapat penjelasan bahwa LKPD tersebut berbantuan aplikasi *Phyphox*. Tampilkan gambar pada LKPD sebelumnya belum sesuai dengan isi yang ada pada LKPD, sehingga diperbarui tampilan cover

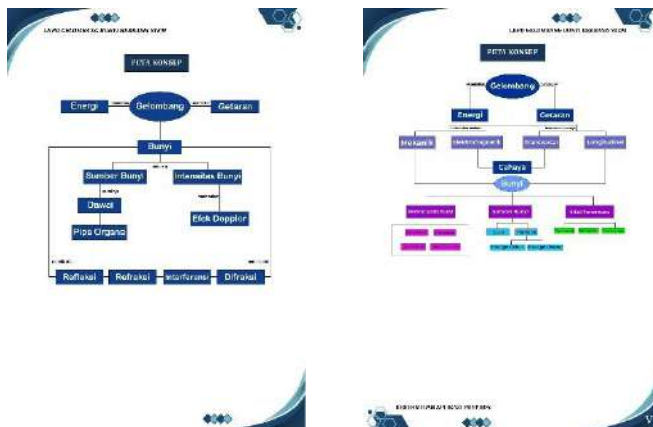
LKPD tersebut sesuai dengan saran ahli. Hasil revisi dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Cover LKPD sebelum dan sesudah revisi

2. Peta konsep di desain lebih rinci, sehingga tidak menimbulkan miskonsepsi

Terdapat penempatan garis yang kurang tepat pada LKPD yang belum direvisi, sehingga jika ketika dibaca kemungkinan menimbulkan miskonsepsi. Perbarui konsep agar sesuai dengan isi LKPD, sehingga pembaca tahu isi LKPD secara umum tanpa harus membaca secara lengkap. Peta konsep difokuskan saja pada medium gelombang bunyi, macam-macam sumber bunyi, dan fenomena bunyi dalam kehidupan sehari-hari. Hasil revisi ini dapat dilihat ada gambar 4.9.



Sebelum Revisi Sesudah Revisi
Gambar 4. 9 Peta Konsep Sebelum dan Sesudah Revisi

3. Tunjukkan peran aplikasi *Phyphox* dalam setiap lembar kerja agar sesuai dengan judul LKPDnya

Setiap lembar kerja gunakan keberfungsian *Phyphox* di dalamnya, sehingga maksud dari penggunaan *Phyphox* dalam dalam LKPD ini jelas. Sebelum revisi, isi lembar kerja pertama tidak memuat bantuan dari *Phyphox*, hanya mengenai pengertian dan pembagian gelombang. Materi disampaikan di awal pada LKPD yang telah di revisi, kemudian di setiap lembar kerja dibagi sesuai dengan cara kerja ilmiah dan aspek STEM nya dikuatkan disini. Setiap lembar kerja yang telah di revisi sudah terdapat peran dari aplikasi *Phyphox*. Hasil revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.10.



Sebelum Revisi Sesudah Revisi
Gambar 4. 10 Penguatan peran aplikasi *Phyphox*

4. Penambahan contoh aplikasi gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari

LKPD sebelum mendapatkan revisi, hanya bagian efek Doppler yang dapat dicerminkan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga setelah revisi ditambahkan beberapa kegiatan seperti pemanfaatan sonar secara sederhana dan cara mengetahui peristiwa resonansi dengan alat-dan bahan yang ada disekitar. Hasil revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.11.

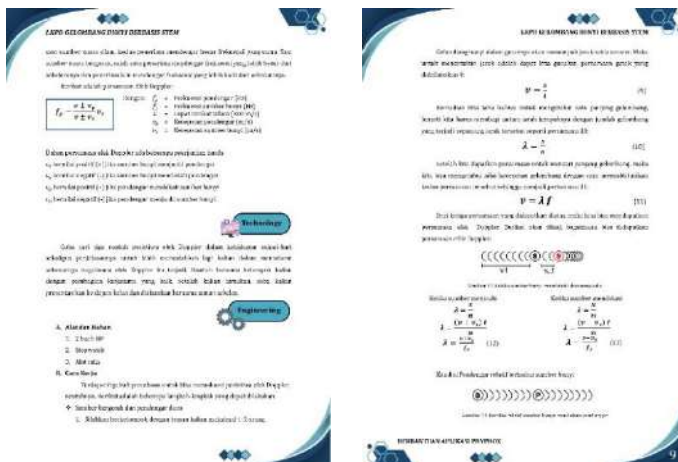


Sebelum Revisi Sesudah Revisi

Gambar 4. 11 Penambahan contoh aplikasi gelombang bunyi sebelum dan sesudah revisi

5. Tunjukkan penurunan persamaan-persamaan yang digunakan pada konsep efek Doppler untuk menguatkan aspek *Science* pada STEM

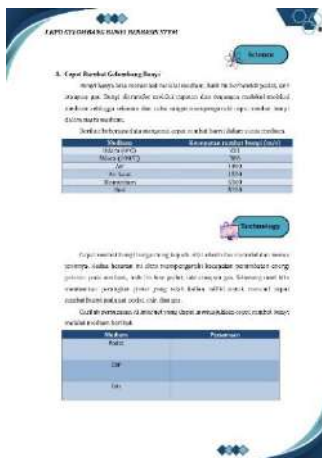
Isi LKPD tidak memuat penurunan persamaan efek Doppler sebelum dilakukan revisi, sehingga penguatan konsep di dalamnya masih dianggap kurang. Ditambahkan penurunan persamaan efek Doppler yang berasal dari persamaan gerak pada LKPD yang telah melalui proses revisi. Hasil revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.12.



Sebelum Revisi Sesudah Revisi
Gambar 4. 12 Penambahan Penurunan Persamaan untuk
Menguatkan aspek *science*

6. Tabulasikan data khususnya pada aspek matematis. Bisa dimulai dari data percobaan dan analisis data

Beberapa kegiatan pada LKPD sebelum revisi hanya mengambil data sekunder melalui internet . Hasil revisi LKPD, tabulasi data berasal dari data primer yang diambil dari percobaan pada aplikasi *Phyphox*. Penambahan kolom analisis data, pembahasan, dan kesimpulan dapat lebih memperjelas tujuan dari sebuah percobaan. Hasil Revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.13.



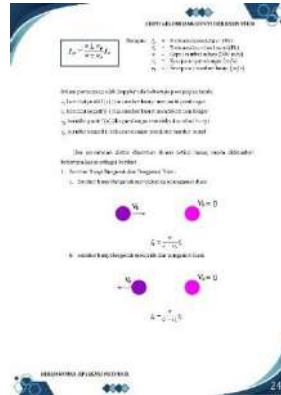
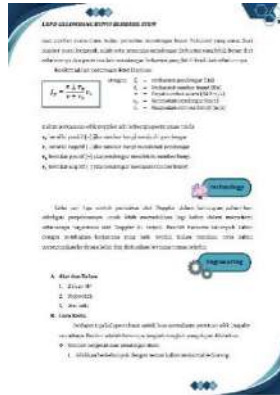
Sebelum Revisi

Sesudah Revisi

Gambar 4. 13 Penambahan Tabulasi Data pada aspek *mathematics*

7. Tampilan LKPD dibuat lebih menarik dan berwarna agar tidak monoton

Hampir semua bagian dalam LKPD lama tidak ada *icon* yang berwarna lain selain warna biru. Beberapa bagian ditambahkan warna selain biru setelah diadakannya revisi. Hasil revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.14.



Sebelum Revisi

Sesudah Revisi

Gambar 4. 14 LKPD dibuat lebih berwarna

8. Urutan subbab dan STEM harus diberi batas yang jelas

Pembagian aspek STEM pada LKPD sebelum revisi masih rancu dengan materi pembelajaran yang akan disampaikan. Aspek STEM kemudian diubah menjadi pada bagian percobaan yang terdiri dari tujuan percobaan, dasar teori, alat dan bahan, langkah percobaan, tabel pengamatan, analisis data, pembahasan, dan kesimpulan. Hasil revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.15.



Sebelum Revisi



Sesudah Revisi

Gambar 4. 15 Pemberian Batasan STEM dan antar subbab

9. Setiap gambar diberi judul gambar dan dirujuk pada teks

Gambar pada LKPD sebelum revisi belum merujuk pada teks, sehingga membingungkan pembaca. Gambar sudah tertuju pada teks setelah dilakukannya revisi. Hasil revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.16.



Sebelum Revisi

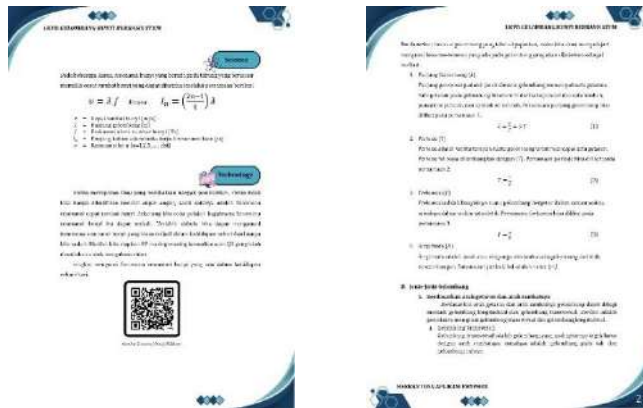


Sesudah Revisi

Gambar 4. 16 Pemberian judul pada gambar dan dituju pada teks

10. Setiap persamaan diberi nomor persamaan dan ukuran fontnya harus seragam

Persamaan pada LKPD sebelum revisi belum diberi nomor dan font masih banyak perbedaan. Dilakukan revisi mengenai penomoran dan font sudah sama. Hasil revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.17.



Sebelum Revisi Sesudah Revisi
Gambar 4. 17 Pemberian nomor pada setiap persamaan

11. Penambahan tujuan kegiatan pada masing-masing lembar kerja

Setiap percobaan pada LKPD lama belum memiliki tujuan yang jelas. Tujuan akhir atau target peserta didik mencapai tujuan akhir pembelajarannya belum ada. Terdapat tujuan pembelajaran pada LKPD revisi di setiap topik percobaan. Hasil revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.18.



Sebelum Revisi



Setelah Revisi

Gambar 4. 18 Pemberian tujuan kegiatan pada masing-masing lembar kerja

12. Gambar pada ilustrasi diperjelas lagi

Beberapa gambar ilustrasi pada LKPD lama masih belum jelas, ada beberapa part yang tertutup. Ilustrasi sudah diperbaiki. Hasil revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.19.



Sebelum Revisi

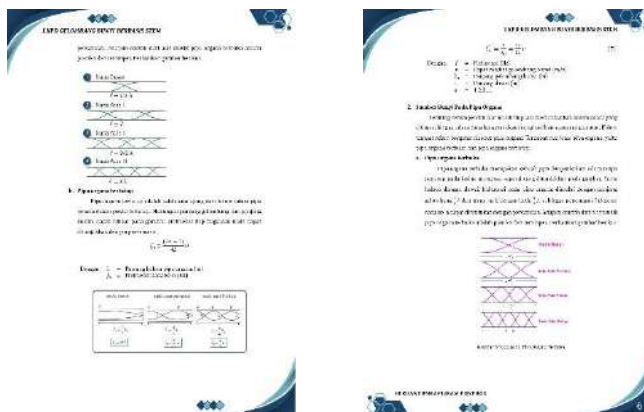


Setelah Revisi

Gambar 4. 19 Gambar pada ilustrasi diperjelas lagi

13. Gambar ilustrasi gelombang pada dawai dan pipa organa sebaiknya dengan ukuran gambar yang sama dan diperbesar

Gambar masih berbeda-beda dikarenakan sumber gambar masih dari internet. Gambar pada LKPD yang telah dilakukan revisi sudah memiliki ukuran yang sama dan keterangan dalam gambar juga sudah sama dikarenakan gambar dibuat sendiri. Hasil revisi ini dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4. 20 Pemberian ukuran yang sama pada tiap gambar

D. Kajian Akhir Produk

Produk akhir yang dihasilkan setelah melakukan semua tahapan penelitian pengembangan adalah LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Bahan ajar ini dikembangkan dan telah diselesaikan

melalui tahap *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi).

Penelitian ini mengembangkan LKPD dengan menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi. Kemampuan pemahaman konsep yang dimiliki oleh seseorang sangat penting untuk memahami materi dalam sebuah permasalahan. Pemahaman konsep dapat menjadikan seorang peserta didik lebih mudah dalam memahami materi dan lebih akurat. Penelitian ini berfokus pada tujuh kemampuan pemahaman konsep peserta didik, yakni: 1) menafsirkan (*interpreting*), 2) memberi contoh (*exemplifying*), 3) mengelompokkan (*classifying*), 4) menggeneralisasikan (*summarizing*), 5) menarik inferensi (*inferring*), 6) membandingkan (*comparing*), dan 7) menjelaskan (*explaining*) (Anderson & Krathwohl, 2001).

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan di SMA Negeri 1 Semarang bahwasannya permasalahan utama dari peserta didik adalah kemampuan pemahaman konsep peserta didik yang tergolong masih kurang, sehingga menyebabkan nilai mata pelajaran fisika mereka rendah (Budiarso & Supliyadi, wawancara 25 Juli 2023). Penurunan pemahaman konsep peserta didik bisa disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk di antaranya adalah penggunaan pendekatan

pembelajaran yang tidak sesuai (Rahardhian, 2022). Pelaksanaan kegiatan pembelajaran yang berfokus pada pendidik dianggap menjadi salah satu penyebab dalam pemahaman konsep peserta didik, sehingga pengembangan LKPD menggunakan pendekatan STEM ini mampu menjadi salah satu jawaban untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

Kemajuan pesat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi mengharuskan para pendidik dan peserta didik untuk mempersiapkan diri dengan sebaik-baiknya guna menghadapi kemajuan tersebut. Salah satu caranya adalah dengan mempersiapkan generasi muda agar memiliki literasi di bidang STEM (Thovawira et al., 2021). Pendekatan STEM mampu membantu peserta didik dalam mengembangkan keterampilan pemahaman matematis secara afektif dan psikomotorik (Wipradharma, 2023).

Integrasi STEM dalam LKPD yang dibantu sebuah aplikasi dapat membuat kegiatan pembelajaran lebih terarah. Langkah-langkah yang ada pada STEM mempermudah peserta didik dalam melaksanakan kegiatan pembelajarannya. LKPD yang pada umumnya hanya bersifat penugasan, ketika diintegrasikan dengan STEM mampu menjadi LKPD yang kompleks.

Penelitian yang dilakukan oleh Yulaikah *et al.* (2022) menyatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan

pendekatan STEM efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Penelitian dari Sasmita dan Hartoyo (2020) juga menyatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM dengan model *Project Based Learning* memiliki pengaruh peningkatan kemampuan pemahaman konsep fisika peserta didik.

Pendekatan STEM saat diimplementasikan pada pembelajaran online juga memiliki keefektifan tinggi. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Abdi *et al.* (2021) mengenai penerapan pendekatan STEM berbasis simulasi *PhET*. Analisis yang dilakukan menggunakan uji *Independent sample t-test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Peningkatan pemahaman konsep peserta didik dianalisis menggunakan N-Gain yang menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan STEM memiliki nilai sebesar 0.6 dengan kriteria sedang.

Penelitian ini menggunakan sampling *purposive sampling* yang kemudian diambil dua kelas secara acak dan dijadikan sebagai kelas kontrol dimana diambil kelas XI-12 dan kelas eksperimen dengan kelas XI-10. Kelas eksperimen diterapkan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis pendekatan STEM dengan bantuan aplikasi *Phyphox* dan

kelas kontrol diterapkan pembelajaran menggunakan metode ceramah.

Penelitian ini dimulai dengan menyusun beberapa instrumen penelitian berupa modul ajar, LKPD, kisi-kisi penulisan soal, kartu soal, dan instrumen soal tes pada materi gelombang bunyi. Instrumen tersebut diajukan kepada validator ahli ketika telah mendapatkan persetujuan dari dosen pembimbing. Validtor yang dipilih berjumlah lima orang dengan komposisi dua Dosen Fisika UIN Walisongo dan tiga Guru SMA Negeri 1 Semarang. Instrumen yang telah divalidasi dan diberi nilai oleh ahli, kemudian diujicobakan kepada peserta didik yang telah menerima materi tersebut. Instrumen yang diujicobakan berupa 20 soal uraian yang akan diisi oleh kelas XI-11. Kelas tersebut dipilih dikarenakan telah menerima materi gelombang bunyi lebih dahulu daripada kelas XI-10 dan kelas XI-12. Hasil uji coba kemudian dianalisis menggunakan uji validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran soal untuk memilih soal yang dapat digunakan pada soal *pretest* dan *posttest*. Berdasarkan analisis yang dilakukan tersebut, 20 soal yang diujikan ternyata terdapat 11 soal valid yang kemudian diambil 10 soal untuk dijadikan soal tes. Hasil uji coba soal dapat dilihat pada lampiran 28.

Langkah selanjutnya adalah melakukan *pretest* kepada kedua kelas, yakni kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tes

tersebut bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal dari peserta didik pada materi gelombang bunyi. Langkah selanjutnya adalah pemberian perlakuan kepada kedua kelas, kelas eksperimen akan mendapatkan pembelajaran dengan menggunakan LKPD berbasis pendekatan STEM berbantuan aplikasi *phyphox* dan kelas kontrol menerima pembelajaran dengan menggunakan buku dari sekolah yang disampaikan melalui metode ceramah. Kegiatan tersebut berlangsung selama tiga pertemuan. Langkah terakhir yakni dengan pemberian *posttest* kepada peserta didik pada kedua kelas. *Posttest* bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman konsep peserta didik setelah diberi perlakuan yang berbeda. Hasil *pretest* dan *posttest* kemudian dianalisis untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsepnya.

Analisis untuk menilai peningkatan pemahaman konsep peserta didik terdiri dari dua tahap, yaitu analisis tahap awal dan analisis tahap lanjut. Analisis tahap awal ini berupa uji normalitas dan uji homogenitas yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan peserta didik terdistribusi normal dan memiliki varians yang sama atau tidak (Sugiyono, 2017). Uji normalitas disini dibantu dengan aplikasi *SPSS Statistics* 23 dan menggunakan analisis *Shapiro-Wilk*. Suatu kelompok data dapat dikatakan normal apabila nilai $\text{sig. } 2\text{-tailed} > 0,05$. Hasil analisis yang dilakukan menunjukkan hasil sig. yang lebih dari 0,05 yang dapat dilihat pada lampiran 30 dan

lampiran 31. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa data terdistribusi normal dan tetapi tidak bersifat homogen.

Statistik parametris merupakan statistik yang bisa dilakukan ketika data bersifat Normal dan Homogen. Homogenitas data disini tetapi bukan syarat mutlak yang menjadi syarat pengujian parametris (Sugiyono, 2017). Data yang didapatkan bukan merupakan data yang bersifat Homogen. Penyebab tidak homogennya data dikarenakan varians antar kelas yang dibandingkan tidak memiliki kesamaan. Hasil ini tidak mempengaruhi jenis statistik yang dipakai, karena data masih bersifat normal.

Analisis selanjutnya adalah analisis tahap lanjut. Analisis tahap lanjut ini bertujuan untuk menguji hipotesis penelitian. Uji ini dapat dilakukan ketika telah melalui uji Normalitas dan Uji Homogenitas, karena uji tersebut digunakan untuk menentukan jenis uji hipotesis yang digunakan. Hasil uji tahap awal menunjukkan hasil data Normal dan Homogen, sehingga digunakan analisis *independent sample t-test (2-tailed)*.

Uji *independent sample t-test* dilakukan dengan bantuan aplikasi *SPSS Statistics 23*. Hasil uji kemampuan pemahaman konsep peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan menggunakan LKPD berbasis STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil uji *independent sample t-test (2-tailed)* dari

data nilai *pretest* menunjukkan bahwa sebelum dilakukan perlakuan mendapatkan nilai sig. (2-tailed) $0,098 > 0,05$ yang artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hasil analisis uji *independent sample t-test (2-tailed)* kedua sampel dari data nilai *posttest* diperoleh nilai sebesar $0,000 < 0,05$ yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan.

Kelas kontrol pada penelitian ini menerima pembelajaran dengan metode yang biasa dilakukan oleh gurunya, yakni ceramah. Kegiatan sepenuhnya diisi oleh guru dengan menyampaikan materi gelombang bunyi. Peserta didik hanya mendengarkan dan sesekali mencatat materi yang disampaikan. Kelas eksperimen yang menerima pembelajaran dengan menggunakan LKPD berbasis STEM berbantuan aplikasi *Phyphox*. Selama kegiatan pembelajaran mereka mengikuti alur kegiatan yang ada di dalam LKPD, dengan tiga kegiatan yang melibatkan keaktifan peserta didik. Proses pembelajaran kedua kelas tersebut setelah dilakukan *posttest* didapatkan hasil perbedaan yang signifikan, artinya kedua kelas memiliki kemampuan akhir yang berubah secara signifikan.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan pengambilan keputusan hipotesis bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Pengujian hipotesis dalam penelitian ini pengembangan LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* memiliki

pengaruh dalam pemahaman konsep peserta didik pada materi gelombang bunyi. Adapun hasil analisis uji *independent sample t-test* secara rinci ditunjukkan pada lampiran 32.

Analisis tahap lanjut yang kedua adalah uji N-Gain. Uji N-Gain bertujuan untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep dari peserta didik. Uji N-Gain dilakukan pada hasil tes kedua kelas, yakni kelas kontrol dan kelas eksperimen. Analisis uji N-Gain yang dilakukan didapatkan nilai pada kelas eksperimen yang memiliki nilai Gain sebesar 0,80. Nilai tersebut memiliki kategori “Tinggi”, sedangkan pada kelas kontrol mendapatkan nilai 0,27 yang memiliki kategori “rendah”. Berdasarkan data yang diperoleh tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan LKPD berbasis pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* memiliki peningkatan yang lebih tinggi daripada kelas kontrol yang menggunakan metode ceramah.

Hasil yang didapatkan dari tes yang dikerjakan oleh peserta didik dan telah dilakukan analisis menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan LKPD berbasis pendekatan STEM dengan bantuan aplikasi *phyphox* memiliki peningkatan yang tinggi. Konsep-konsep yang diberikan dalam menggapai soal-soal *posttest* menunjukkan seberapa besar peningkatan pemahaman konsep peserta didik dalam materi gelombang bunyi. Peserta didik pada tiap soal memberikan gagasan yang lebih jelas mengenai materi

gelombang bunyi tanpa mengubah konsep dari materi yang telah diajarkan. Hasil ini disebabkan karena peserta didik lebih mengutamakan pemahaman konsep dibandingkan dengan pengetahuan hafalan.

Kekurangan dari penelitian ini yang pertama adalah kurang kuatnya aspek STEM yang terlibat dalam pembelajaran. Peserta didik sebaiknya diajak berpikir dengan pola pikir STEM. Pada aspek *Science*, sebaiknya peserta didik diajak untuk menggali pengetahuan mengenai materi dari pencarian mereka sendiri dan guru hanya sebagai fasilitator mereka yang dapat dibantu melalui aspek *Technology*. Pada aspek *Engineering* sebaiknya peserta didik diarahkan untuk merancang bagaimana kegiatan praktikum yang akan dilaksanakan itu dapat dirancang sendiri, sehingga dapat menumbuhkan cara berpikir kreatif. Pada aspek *Mathematic*, peserta didik diarahkan untuk menganalisis data hasil praktikum yang telah dilakukannya. Aspek-aspek yang sudah ada pada STEM jika dilakukan dengan baik akan menghasilkan hasil yang baik juga.

Kelemahan selanjutnya dari penelitian ini dapat dilihat dari data yang didapatkan peserta didik dari aplikasi *Phyphox*. Aplikasi ini digunakan peserta didik untuk membantu kegiatan pembelajaran dalam bentuk praktikum. Data yang didapatkan seringkali tidak akurat. Terdapat kesalahan relatif yang cukup besar pada tiap pengambilan data, tetapi secara

keseluruhan peserta didik mampu menangkap konsep dengan baik dari kegiatan praktikum yang dilakukan, salah satu contoh kegiatan praktikumnya adalah pengukuran kedalaman menggunakan bunyi. praktikum tersebut dapat membantu siswa menemukan konsep cara pemanfaatan gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari secara nyata.

Keterbaruan dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah secara spesifik mengukur kemampuan pemahaman konsep peserta didik. LKPD berpendekatan STEM yang digunakan dalam pembelajaran ini berfokus pada bagaimana kegiatan pembelajaran tersebut dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik melalui kegiatan-kegiatan yang ada di dalam LKPD. Kelebihan lainnya adalah penelitian ini memanfaatkan aplikasi *Phyphox*, dimana aplikasi ini merupakan aplikasi yang memuat beberapa praktikum fisika, tetapi dibutuhkan langkah-langkah atau panduan dalam pemanfaatannya, sehingga perlu dipadukan dengan LKPD berpendekatan STEM. Perpaduan dari LKPD berpendekatan STEM dengan aplikasi *Phyphox* ini ternyata mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik secara signifikan.

Penelitian yang telah dilakukan sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Sasmita & Hartoyo, 2020). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan STEM dengan model *Project Based Learning*

berdampak signifikan pada kemampuan pemahaman konsep fisika peserta didik. Penghitungan *effect size* menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan STEM memiliki dampak yang besar terhadap pemahaman konsep fisika peserta didik.

Penelitian yang sejalan selanjutnya dilakukan oleh Sandi (2021), menjelaskan hasil yang didapatkannya mengenai pengaruh pendekatan STEM dalam pembelajaran. Terdapat tiga variabel terikat yang digunakan, yakni pemahaman konsep, berpikir kritis, dan bekerja sama. Hasil yang didapatkan setelah pembelajaran menggunakan pendekatan STEM dari uji N-Gain diketahui yakni pemahaman konsep peserta didik meningkat dengan kategori tinggi, berpikir kritis mengalami kenaikan sedang, dan bekerja sama mengalami kenaikan sedang.

Kesenjangan dua penelitian ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengaplikasikan pendekatan STEM dengan menggunakan LKPD yang berbantuan aplikasi *Phyphox* dalam wujud kegiatan praktik dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. penelitian tambahan ini harus mengeksplorasi temuan ini dapat diaplikasikan dalam materi ataupun submateri lain dalam mata pelajaran fisika.

LKPD yang dikembangkan telah melalui tahap evaluasi, sehingga LKPD selanjutnya memasuki tahap kajian produk akhir. Berikut adalah kajian produk akhir LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi

Phyphox untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik:

1. Kover Depan LKPD

Halaman ini berisi judul LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM pada materi Gelombang Bunyi dengan bantuan Aplikasi *Phyphox*), identitas penulis, logo UIN Walisongo, dan gambar ilustrasi isi produk. Cover depan LKPD dapat dilihat pada gambar 4.21.



Gambar 4. 21 Cover Depan LKPD

2. Halaman Penulis

Halaman penulis ini berisi mengenai Informasi penulis, pembimbing, validator, spesifikasi produk, dan penerbit. Halaman penulis LKPD dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4. 22 Halaman Penulis LKPD

3. Kata Pengantar

Halaman ini berisi mengenai rasa syukur penulis, tujuan dibuatnya LKPD, dan permintaan kritik saran terhadap LKPD yang dibuat. Kata pengantar LKPD dapat dilihat pada gambar 4.23.



Gambar 4. 23 Kata Pengantar LKPD

4. Daftar Isi

Halaman ini berisi informasi halaman untuk setiap subab pada LKPD menggunakan pendekatan STEM

6. Petunjuk Penggunaan LKPD

Halaman ini berisi petunjuk dalam menggunakan dan mengerjakan LKPD. Halaman ini dituangkan dalam bentuk gambar agar terlihat menarik sekaligus diberi keterangan untuk memudahkan dalam memahaminya. Petunjuk penggunaan LKPD dapat dilihat pada gambar 4.26.



Gambar 4. 26 Petunjuk Penggunaan LKPD

7. Petunjuk Pemasangan Aplikasi

Halaman ini berisi petunjuk dalam pemasangan aplikasi *Phyphox* yang dapat di *install* melalui *Playstore* atau *appstore*. Petunjuk pemasangan aplikasi pada LKPD dapat dilihat pada gambar 4.27.



Gambar 4. 27 Petunjuk Pemasangan Aplikasi

8. Capaian Pembelajaran

Halaman ini menjelaskan tujuan pembelajaran yang harus dicapai oleh peserta didik setelah menyelesaikan materi yang disampaikan. Capaian pembelajaran dalam LKPD ini diilustrasikan pada gambar yang disertakan. Gambar tersebut menggambarkan secara jelas kompetensi dan keterampilan yang diharapkan, seperti pemahaman konsep, kemampuan analisis, dan aplikasi praktis dari materi gelombang bunyi. Capaian pembelajaran ini dapat membuat peserta didik mengetahui target yang harus dicapai dan guru dapat mengukur keberhasilan proses pembelajaran yang telah dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4. 28 Capaian Pembelajaran LKPD

9. Tujuan Pembelajaran

Halaman ini berisi tujuan pembelajaran yang akan ditempuh. Tujuan pembelajaran dapat dilihat pada gambar 4.29.



Gambar 4. 29 Tujuan Pembelajaran

10. Mari Memahami

Halaman ini memuat materi yang dipelajari, yakni materi gelombang bunyi. Materi gelombang bunyi yang dimuat dalam halaman ini adalah mengenai gambaran

umum gelombang, besaran-besaran gelombang, macam-macam gelombang bunyi, macam-macam sumber bunyi, dan fenomena terkait gelombang bunyi pada kehidupan sehari-hari. Halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.30.



Gambar 4. 30 Materi pada LKPD

11. Lembar Kerja Peserta Didik 1 (Sonar)

Halaman ini disajikan berbagai kegiatan yang dapat dilakukan oleh peserta didik pada pertemuan pertama mereka. Ini bertujuan untuk memberikan pengantar yang menyenangkan dan informatif terhadap topik yang akan dipelajari serta untuk membangun interaksi awal yang positif antara peserta didik dan materi pembelajaran. Lembar kerja ini topik utamanya mengenai percobaan sederhana menggunakan sonar yang berfungsi untuk mengukur kedalaman suatu benda menggunakan aplikasi *Phyphox*. Lembar kerja ini dapat dilihat pada gambar 4.31.



Gambar 4. 31 Lembar Kerja Peserta Didik 1

12. Lembar Kerja Peserta Didik 2 (Cepat Rambat Bunyi)

Halaman ini berisi tentang kegiatan yang bisa dilakukan peserta didik pada pertemuan kedua. Lembar kerja ini topik utamanya mengenai percobaan untuk mengetahui peristiwa resonansi bunyi dan menentukan cepat rambat bunyi dengan bantuan aplikasi *Phyphox*. Lembar kerja ini dapat dilihat pada gambar 4.32.



Gambar 4. 32 Lembar Kerja Peserta Didik 1

13. Lembar Kerja Peserta Didik 3 (Efek Doppler)

Halaman ini berisi tentang kegiatan yang bisa dilakukan peserta didik pada pertemuan ketiga. Lembar kerja ini topik utamanya mengenai percobaan untuk mengetahui frekuensi yang terjadi pada peristiwa efek doppler melalui percobaan sederhana yang dibantu dengan aplikasi *Phyphox*. Lembar kerja ini dapat dilihat pada gambar 4.33.



Gambar 4. 33 Lembar Kerja Peserta Didik 3

14. Glosarium

Halaman ini berisi istilah-istilah yang perlu untuk dijelaskan untuk mempermudah dalam memahami isi dari LKPD. Glosarium LKPD dapat dilihat pada gambar 4.34.

15. Daftar Pustaka

[illegible]

Gambar 4. 35 Daftar Pustaka LKPD

16. Kover Belakang

Halaman ini berisi mengenai identitas instansi asal penulis dan berfungsi sebagai penutup belakang dari

LKPD. Kover belakang LKPD dapat dilihat pada gambar 4.36.



Gambar 4. 36 Cover Belakang LKPD

E. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik dengan pendekatan STEM menggunakan aplikasi Phyphox untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik meliputi aspek-aspek berikut ini:

1. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini hanya memuat materi gelombang bunyi
2. Pengembangan LKPD ini berbantuan aplikasi yang bukan dikembangkan peneliti sendiri, sehingga ketika terjadi kekurangan di aplikasi tersebut, tidak bisa langsung diperbaiki oleh peneliti
3. Kekurangan dari aplikasi ini adalah masih kurang akuratnya hasil pengambilan data, sehingga belum bisa menjadi alat ukur yang bisa dipakai.

4. Penelitian ini dilaksanakan secara spesifik di SMA Negeri 1 Semarang, sehingga temuan yang ada berlaku khusus di SMA Negeri 1 Semarang. Apabila penelitian dilakukan menggunakan subjek dan lokasi yang berbeda, hasilnya kemungkinan akan berbeda pula.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan tentang Produk

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil uji kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan pendekatan STEM dengan berbantuan aplikasi *Phyphox* pada materi gelombang bunyi dinyatakan valid apabila skor analisis menggunakan Aiken's $V \geq 0,80$. Hasil validasi dari ahli materi didapatkan nilai 0,92 dan dari ahli media sebesar 0,91 dengan total nilai keseluruhan adalah 0,92 yang artinya produk ini masuk dalam kriteria valid. Analisis hasil persentase kelayakan menghasilkan rata-rata sebesar 0,91, sehingga masuk dalam kriteria sangat layak.
2. Lembar Kerja Peserta Didik menggunakan pendekatan STEM dengan berbantuan aplikasi *Phyphox* pada materi gelombang bunyi ini efektif meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik. Rata-rata hasil *pretest* kelas eksperimen adalah 25,20 dan rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen adalah 85,20. Hasil uji-t dengan model *independent sample test* diperoleh nilai sig (*2-tailed*) sebesar $0,00 < 0,05$ berdasarkan perhitungan melalui *SPSS 23 Statistic* sehingga dapat dinyatakan terdapat perbedaan signifikan antara sebelum dan sesudah

dilakukan pembelajaran dengan Lembar Kerja Peserta Didik menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox*. Hasil uji efektifitas yang dilakukan menggunakan analisis *effect size* menghasilkan nilai 1,65 pada kelas eksperimen, sehingga dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* memiliki efektifitas tinggi. Besar peningkatan dihitung dengan N-Gain dan diperoleh nilai 0,80 dengan kategori tinggi.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Produk disarankan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang mengadopsi pendekatan STEM digunakan dengan bantuan aplikasi *Phyphox* guna meningkatkan pemahaman konsep peserta didik sebagai berikut:

1. Lembar Kerja Peserta Didik dengan menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* dapat dikembangkan pada materi fisika lain selain materi gelombang bunyi
2. Diharapkan kepada pendidik untuk mengarahkan dan membimbing langsung ketika proses pembelajaran
3. Diharapkan kepada peserta didik membaca materi pada LKPD terlebih dahulu sehingga pada proses pembelajaran berjalan dengan lancar

4. Diharapkan peserta didik mengikuti langkah-langkah kerja dengan benar, agar dalam pengambilan data tidak terjadi kekeliruan dan mendapatkan data yang diinginkan

C. Deseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Lembar Kerja Peserta Didik menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* yang dikembangkan dalam penelitian ini masih memiliki kekurangan sehingga masih perlu perbaikan. Beberapa pengembangan yang dapat dilakukan terhadap LKPD menggunakan pendekatan STEM berbantuan aplikasi *Phyphox* untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik meliputi hal-hal berikut:

1. Produk LKPD ini dapat disebarluaskan di kelas XI jenjang SMA/MA dengan melihat kebutuhan serta karakteristik peserta didik sehingga hasil penyebaran LKPD ini mendapatkan hasil yang diinginkan.
2. Produk LKPD ini dapat dikembangkan pada materi lain selain gelombang bunyi, tetapi yang perlu diperhatikan ketika membuat kegiatan yang berbantuan aplikasi *Phyphox* bisa menggunakan langkah-langkah yang mudah dipahami oleh peserta didik.
3. Produk ini dapat dikembangkan dari segi bentuknya. LKPD ini dapat diubah dalam bentuk *online* untuk lebih mempermudah dalam pengaksesannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, M. U., Mustafa, M., & Pada, A. U. T. (2021). Penerapan Pendekatan STEM Berbasis Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(3), 209–218. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i3.21774>
- Afsari, S., Safitri, I., Harahap, S. K., & Munthe, L. S. (2021). Systematic Literature Review: Efektivitas Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Pada Pembelajaran Matematika. *Indonesian Journal of Intellectual Publication*, 1(3), 189–197. <https://doi.org/10.51577/ijipublication.v1i3.117>
- Aghni, R. I. (2018). Fungsi Dan Jenis Media Pembelajaran Dalam Pembelajaran Akuntansi. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 16(1), 98–107. <https://doi.org/10.21831/jpai.v16i1.20173>
- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings, educational and psychological measurement. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142.
- Alifa, D. M., Azzahro, F., & Pangestu, I. R. (2018). Penerapan Metode STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMA Kelas XI Pada Materi Gas Ideal.

- Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 88–109.
- Aminullah, A., Witar, H., Misna, M., & Elihami, E. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Kearifan Lokal Budaya Masserempulu Tema Keragaman Negeriku di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 3(1), 25–30. <https://doi.org/10.2464/jilm.31.635>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives : complete edition*.
- Arikunto. (2012). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik* (15th ed.). Rineka Cipta.
- Astuti, N. H., Rusilowati, A., Subali, B., & Marwoto, P. (2020). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Model Polya Materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi Siswa SMP. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 9(1), 3–6.
- Azizah, R., Yuliaty, L., & Latifah, E. (2015). Myxoedema ascites. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Aplikasinya*, 5(2), 44–50. <https://doi.org/10.1136/pgmj.53.620.343>
- Azwar, S. (2017). *Metode Penelitian Psikologi* (2nd ed.). Pustaka Pelajar.
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Intergrasi

- Pendekatan STEM Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar*, 11(1), 11–22.
- Dermawati, N., Suprpta, S., & Muzakkir, M. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 74–78.
- Diani, D. R., Nurhayati, & Suhendi, D. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menulis Cerpen Berbasis Aplikasi Android. *Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya*, 7(2).
- Djalal, F. (2017). Optimalisasi Pembelajaran Melalui Pendekatan, Strategi, dan Model Pembelajaran. *Jurnal Dharmawangsa*, 2(1), 31–52.
- Dugger, W., & Fellow. (2010). *Evolution of STEM in the United States*.
- Erniza, Witarsa, R., & Marta, R. (2023). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa dengan Menerapkan Pembelajaran STEM di Sekolah Dasar. *JIKAP PGSD: Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan*, 7(1), 1–9.
- Firmadani, F. (2020). Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Konferensi Pendidikan Nasional*, 2(1), 93–97.

http://ejurnal.mercubuana-yogya.ac.id/index.php/Prosiding_KoPeN/article/view/1084/660

Ghony, M. D., & Almanshur, F. (2016). *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif*. UIN-Malang Press.

Haidir, H., & Salim, S. (2014). *Strategi Pembelajaran (Suatu pendekatan Bagaimana Meningkatkan Kegiatan Belajar Siswa Secara Transformatif)*. Perdana publishing.

Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. *Indiana University*, 16(7), 1073–1080.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22025883>
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:ANALYZING+CHANGE/GAIN+SCORES#0>
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Analyzing+change+gain+scores#0>

Halliday. (1998). *Fisika*.

Harefa, D., Sarumaha, M., Fau, A., Telaumbanua, T., Hulu, F., Telambanua, K., Sari Lase, I. P., Ndruru, M., & Marsa Ndraha, L. D. (2022). Penggunaan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Belajar Siswa. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 8(1), 325.
<https://doi.org/10.37905/aksara.8.1.325-332.2022>

Hayati, F. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa Kelas II di Sekolah

- Dasar. *Journal of Comprehensive Science*, 2(1), 1–23.
- Ibrahim, I., Gunawan, G., & Kosim, K. (2020). Validitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Model Discovery dengan Pendekatan Konflik Kognitif. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(3), 214–218. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i3.1878>
- Ishak, A. M. F., Israwaty, I., & Halik, A. (2021). Penerapan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Kelas Lima di Kabupaten Baru. *Pinisi Journal Of Education*, 1(1), 38–58. <https://ojs.unm.ac.id/PJE/article/view/26603>
- Izzati, N., Tambunan, L. R., Susanti, S., & Siregar, N. A. R. (2019). Pengenalan Pendekatan STEM sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Anugerah*, 1(2), 83–89. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v1i2.1776>
- Khairunnisa, A., Juandi, D., & Gozali, S. M. (2022). Systematic Literature Review: Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1846–1856. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i2.1405>
- Kurniawan, H., & Susanti, E. (2021). *Pembelajaran Matematika Dengan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)* (1st ed.). Deepublish.
- Lestari, D. D., & Muchlis, M. (2021). Pengembangan E-LKPD Berorientasi Contextual Teaching and Learning (CTL) Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada

- Materi Termokimia Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 5(1), 25–33.
<https://doi.org/10.23887/jpk.v5i1.30987>
- Mustaqim, I., & Kurniawan, N. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1), 36–48.
- Nasution, S. H., Meiliasari, M., & Rahayu, W. (2024). Systematic Literature Review: Hubungan antara Self-Efficacy dengan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa. *Konstanta: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), 1–13.
- Novita, H., Lufri, L., Ardi, A., & Selaras, G. H. (2023). Validitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Inkuiri Terbimbing. *JOTE: Journal on Teacher Education*, 4(3), 252–263.
- Pertiwi, W. J., Solfarina, & Langitasari, I. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Etnosains pada Konsep Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1), 2717–2730.
<https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK/article/view/23228%0Ahttp://eprints.unm.ac.id/13835/>
- Peterson, C. (2003). Bringing ADDIE to Life: Instructional Design at Its Best. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(3).
- Poernomo, J. B. (2016). Pengembangan Perangkat Pembelajaran

- Berbasis Praktikum Inkuiri Terbimbing Untuk Mewujudkan Hasil Belajar Berkarakter. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 1(1), 137–174.
<https://doi.org/10.21580/phen.2011.1.1.449>
- Poernomo, J. B., Wiyanto, M., Rusilowati, A., & Saptono, S. (2018). The Development of Integrated Science Learning Instrument Based on Project-Based Learning to Measure Critical Thinking Skills. *International Conference on Science and Education and Technology*, 247(Iset), 268–273.
<https://doi.org/10.2991/iset-18.2018.57>
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik Pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 17–25.
<http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/PendidikanFisika>
- Rahardhian, A. (2022). Pengaruh Pembelajaran Pjbl Berbasis Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Inovasi Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 3(1), 1.
<https://doi.org/10.26418/jippf.v3i1.50882>
- Rahman, A. (2023). Indonesian Journal of Science and Education Implementation of Inquiry Learning Model with STEM Approach to Improve Student Science Literacy in Environmental Pollution Materials. *Indonesian Journal of Science and Education*, 7(1), 7–16.

<https://doi.org/10.31002/ijose.v7i1.581>

- Rizkika, M., Putra, P. D. A., & Ahmad, N. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM pada Materi Tekanan Zat untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 7(1), 41–48. <https://doi.org/10.24905/psej.v7i1.142>
- Sandi, G. (2021). Pengaruh Pendekatan Stem Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Elektroplating, Keterampilan Berpikir Kritis Dan Bekerja Sama. *Indonesian Journal of Educational Development*, 1(4), 578–585. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4559843>
- Sari, L., Taufina, T., & Fachruddin, F. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan Menggunakan Model PJBL di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(4), 813–820. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i4.434>
- Sartika, D. (2019). Pentingnya Pendidikan Berbasis STEM dalam Kurikulum 2013. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 3(3), 89–93.
- Sasmita, P. R., & Hartoyo, Z. (2020). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project Based Learning terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 2(2), 136–148. <https://doi.org/10.31540/sjpif.v2i2.1081>
- Selmin, Y., Bunga, Y. N., & Bare, Y. (2022). Pengembangan

- Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Inkuiri Terbimbing Materi Sistem Organisasi Kehidupan. *Spizaetus: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 3(1), 41. <https://doi.org/10.55241/spibio.v3i1.52>
- Setiani, A., Hendri, M., & Rasmi, D. P. (2021). Persepsi Peserta Didik terhadap LKPD Terintegrasi STEM pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 5(2), 287–293.
- Shihab, M. Q. (2001a). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an Jilid 11*. Lentera Hati.
- Shihab, M. Q. (2001b). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an Jilid 12* (1st ed.). Lentera Hati.
- Sudjana, S. (1996). *Metoda Statistika* (6th ed.). Tarsito.
- Sugiyono. (2017). *Statistik untuk Penelitian* (29th ed.). Alfabeta.
- Sumaya, A., Israwaty, I., & Ilmi, N. (2021). Penerapan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Di Kabupaten Pinrang. *PINISI JOURNAL OF EDUCATION*, 1(2), 217–223.
- Suoth, S., Silangen, P., & Rende, J. (2023). Pembelajaran Fisika Berbasis Praktikum Phyphox Menggunakan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 26–30.
- Suraji, Maimunah, & Saragih, S. (2018). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP pada Materi

- Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV). *Suska Journal of Mathematics Education*, 4(1), 9–16.
<https://doi.org/10.24014/sjme.v3i2.3897>
- Suryani, N., Winarni, E. W., & Koto, I. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Dalam Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Di Kelas VI. *Jurnal Kajian Pendidikan Dasar (Kapedas)*, 1(2), 52–63.
<https://doi.org/10.33369/kapedas.v1i2.23295>
- Suryaningsih, S., & Nurlita, R. (2021). Pentingnya Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Inovatif dalam Proses Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(7), 1256–1268. <https://doi.org/10.36418/japendi.v2i7.233>
- Susilawati, W. O. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Contextual Teaching and Learning (CTL) di Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 4922–4938.
<https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2909>
- Susongko, P. (2010). Perbandingan Keefektifan Bentuk Tes Uraian dan Testlet dengan Penerapan Graded Response Model (GRM). *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 14(2), 269–288.
- Syahrial, N., Zulyusri, Zu., Ristiono, R., & Yogica, R. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis Science , Technology , Engineering , Mathematics (STEM) Tentang Materi Sistem

- Gerak Untuk Peserta Didik Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 23810–23816.
- Tafonao, T. (2018). Peranan Media Pembelajaran dalam Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(2), 103–114.
- Taufiq, M., Nuswowati, M., Widiyatmoko, A., & Tirtasari, N. L. (2023). Peningkatan Keterampilan Pengelolaan Praktikum IPA Berbantuan Smartphone Menggunakan App Phyphox bagi Kelompok MGMP IPA Kabupaten Batang. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 2(2022), 1–13. <https://doi.org/10.46843/jmp.v2i1.274>
- Thovawira, F. A., Safitri, I., Supartik, S., Sitompul, N. N. S., & Anggriyani, I. (2021). Systematic Literature Review: Implementasi Pendekatan Stem (Manfaat Dan Tantangan) Di Indonesia. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 355–371. <https://doi.org/10.31100/histogram.v4i2.682>
- Tipler, P. A. (1998). *Fisika: untuk sains dan teknik* (3rd ed.). Erlangga.
- Umbaryanti. (2016). Pentingnya LKPD pada Pendekatan Scientific Pembelajaran Matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2017–2225.
- Valerius, A., Dungus, F., & Manado, U. N. (2023). Pengaruh Penggunaan Phyphox Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Fisika Mahasiswa. *Charm Sains: Jurnal*

Pendidikan Fisika, 4(1), 19–25.

- Widiyanto, A., Sujarwanto, E., & Prihaningtiyas, S. (2018). Analisis Pemahaman Konsep Peserta Didik dengan Instrumen Four Tier Diagnostic Test pada Materi Gelombang Mekanik. *Seminar Nasional Multidisiplin*, 1(1), 138–146.
<https://ejournal.unwaha.ac.id/index.php/snami/article/view/279>
- Wipradharma, M. (2023). *Pentingnya Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran Bahasa Indonesia di SMP Negeri 13 Surakarta Mahadhika*. Universitas Sebelas.
- Yasifa, A., Hasibuan, N. H., Siregar, P. A., Zakiyah, S., & Anas, N. (2023). Implementasi Pembelajaran STEM pada Materi Ekosistem terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Journal on Education*, 5(4), 11385–11396.
<https://jonedu.org/index.php/joe/article/view/2081>
- Yulaikah, I., Rahayu, S., & Parlan, P. (2022). Efektivitas Pembelajaran STEM dengan Model PjBL Terhadap Kreativitas dan Pemahaman Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 7(6), 223.
<https://doi.org/10.17977/jptpp.v7i6.15275>
- Yulianti, E., & Gunawan, I. (2019). Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL): Efeknya Terhadap Pemahaman

Konsep dan Berpikir Kritis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 399–408.
<https://doi.org/10.24042/ijjsme.v2i3.4366>

LAMPIRAN

Lampiran 1

Surat Keterangan Penunjukan Pembimbing

	KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Hama kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366 Semarang 50185	
Nomor : B.8820/un.10.8/J6/DA.04.09/12/2022 Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi	Semarang, 20 Desember 2022
Kepada Yth. : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd. Di Semarang	
<i>Assalamu 'alaikum Wr. Wb.</i>	
Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di jurusan Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:	
Nama NIM Judul	: Ali Khasan Al Farishi : 2008066019 : PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX PADA MATERI GELOMBANG BUNYI
Dan menunjuk Saudara : 1. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd. sebagai Pembimbing I	
Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.	
<i>Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.</i>	
A.n Dekan Ketua Jurusan Pendidikan Fisika  Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd. NIP. 19760214 200801 1 011	
Tembusan: 1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan 2. Mahasiswa yang bersangkutan 3. Arsip	

Lampiran 2

Surat Izin Pra Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: is@uinwalisongo.ac.id Web : <http://isl.walisongo.ac.id>

Nomor	: B.5499/Un.10.8/K/SP.01.08/07/2024	24 Juli 2023
Lamp	: Proposal Skripsi	
Hal	: Permohonan Izin Observasi	

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama	: Ali Khasan Al Farishi
NIM	: 2008066019
Fakultas/Jurusan	: Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian	: PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX PADA MATERI GELOMBANG BUNYI.

Dosen Pembimbing : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di Sekolah yang Bapak / Ibu guru pimpin, yang akan dilaksanakan pada 25 Juli 2023 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan
Kabag. TU

Moh. Kharis, SH, M.H
NID. 19691017 199403 1 002

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

Lampiran 3

Hasil Wawancara Pra Riset

Instrumen Wawancara Pra Riset

Sekolah : SMA Negeri 1 Kota Semarang
 Nama Guru : Alang Budiaso
 Jabatan : Guru Fisika SMA Negeri 1 Semarang
 Kelas : XI

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Kurikulum yang digunakan	Kurikulum Merdeka
2	Media pembelajaran yang digunakan	a. Buku paket b. LKS c. Modul d. PPT e. E-Learning f. Video pembelajaran g. Petunjuk praktikum h. Aplikasi android i. Media 3D
3	Kendala apa saja yang terjadi selama menggunakan media pembelajaran tersebut	kendala yang terjadi adalah kurangnya sumber informasi dan latihan soal, sehingga harus menemukannya sendiri
4	Model/Metode/Pendekatan/Strategi apa yang diterapkan?	Tidak ada, biasanya Pakar ceramah dan mereka satu-pasatu mencoba latihan mengerjakan di depan kelas.
5	Apakah pada semua materi diterapkan model tersebut?	Iya, karena lebih mudah mem persiapkannya.

6	Mengapa menggunakan model pembelajaran tersebut	Karena lebih mudah dipahami.
7	Apa kendala yang terjadi ketika menerapkan model tersebut?	Tidak ada, mungkin hanya siswa yang kesulitan banyak yang mengantuk. Kemudian ada kuis dari nilai rata-rata soal ulangan, kebanyakan nilainya rendah-rendah dibawah 60.
8	Biasanya dalam kegiatan pembelajaran, apakah bapak membuat LKPD sendiri?	Tidak, hanya menggunakan LKS.
9	Adakah bantuan media pembelajaran yang di blend dengan LKPD?	Tidak.
10	Jika iya, media apa yang digunakan?	Tidak.
11	Di kelas XI terdapat berapa rombel fisika di tahun ini?	Ada 5.
12	Materi yang disampaikan apakah sesuai dengan yang disusun oleh dinas?	Ya.
13	Apakah masih ada materi gelombang bunyi?	Masih.

14	Dari pengalaman tahun kemarin, apakah ada kesulitan siswa dalam memahami konsep gelombang bunyi?	Ada mas, bisa kebanyakan nya . Ada susah dalam memahami perbedaan & gelombang bunyi. Mereka ada bisa kesulitan dalam menjabarkannya.
15	Bagaimana bapak mengatasi kesulitan siswa tersebut?	Hanya berusaha dengan arahan sebaik mungkin dan mencoba menyebutkan soal yang dapat mengasah kemampuan mereka.
16	Bagaimana jika nantinya akan dibuat LKPD dengan berbantuan aplikasi untuk memperjelas konsep pada materi gelombang bunyi?	Bagus, bisa dicoba dulu, karena kita juga butuh LKPD yang memang berdasarkan kebu- ruhan siswa.

Instrumen Wawancara Pra Riset

Sekolah : SMA Negeri 1 Kota Semarang
 Nama Guru : *Supriyadi*
 Jabatan : *Guru Fisika*
 Kelas : *XI*

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Kurikulum yang digunakan	<i>Nerdeka</i>
2	Media pembelajaran yang digunakan	☒ Buku paket ☒ LKS ☒ Modul ☐ PPT ☐ E-Learning ☐ Video pembelajaran ☐ Petunjuk praktikum ☐ Aplikasi android ☐ Media 3D
3	Kendala apa saja yang terjadi selama menggunakan media pembelajaran tersebut	<i>kendalanya saya sering menjelasan di depan. lebih cepat dapat, sehingga materi akhir pelajaran tidak tersampaikan.</i>
4	Model/Metode/Pendekatan/Strategi apa yang diterapkan?	<i>Tidak ada, biasanya ceramah dan latihan soal.</i>
5	Apakah pada semua materi diterapkan model tersebut?	<i>Ya</i>

6	Mengapa menggunakan model pembelajaran tersebut	karena dirasa paling mudah dalam pelaksanaannya.
7	Apa kendala yang terjadi ketika menerapkan model tersebut?	Paling siswa mengantuk, tapi kadang-kadang dianggap biasa.
8	Biasanya dalam kegiatan pembelajaran, apakah bapak membuat LKPD sendiri?	Tidak
9	Adakah bantuan media pembelajaran yang di <i>blend</i> dengan LKPD?	Tidak
10	Jika iya, media apa yang digunakan?	Tidak ada
11	Di kelas XI terdapat berapa rombel fisika di tahun ini?	Ada 5, saya mengang 2 kelas
12	Materi yang disampaikan apakah sesuai dengan yang disusun oleh dinas?	Iya
13	Apakah masih ada materi gelombang bunyi?	masih.

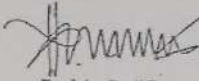
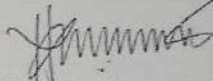
14	Dari pengalaman tahun kemarin, apakah ada kesulitan siswa dalam memahami konsep gelombang bunyi?	mereka susah menjelaskan fenomena sesungguhnya, walaupun mereka hafal rumus, konsep yang dimilikinya masih kurang
15	Bagaimana bapak mengatasi kesulitan siswa tersebut?	memperbanyak latihan soal kepada mereka.
16	Bagaimana jika nantinya akan dibuat LKPD dengan berbantuan aplikasi untuk memperjelas konsep pada materi gelombang bunyi?	silahkan, tetapi nanti tetap dibuat se baik mungkin dan dapat menyelesaikan masalah yang anda teliti.

*Lampiran 4***Lembar Persetujuan Proposal Oleh Pembimbing**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Proopsal Skripsi ini telah disetujui oleh Pembimbing untuk dilaksanakan.

Disetujui pada Hari : *Jum'at, 6 Oktober 2023*
Tanggal :

Pembimbing  Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd. NIP. 19760214 200801 1 011	Mengetahui, Ketua Jurusan Pendidikan Fisika  Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd. NIP. 19760214 200801 1 011
---	--

3

Lampiran 5

Lembar Pengesahan Revisi Seminar Proposal



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jln Prof. Dr. Harna Kni I, Semarang Telp. 0247643366 Semarang 50185
Email: fs@walisongo.ac.id Web : <http://fs.walisongo.ac.id>

PENGESAHAN

Naskah proposal skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
Menggunakan Pendekatan *Science, Technology,
Engineering, And Mathematics* (STEM) Berbantuan
Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Bunyi

Penulis : Ali Khasan Al Farishi

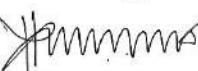
NIM : 2008066019

Prodi : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam seminar proposal oleh Dewan
Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
dan dapat diterima dan dilanjutkan ke tahap penelitian sebagai
salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu
Pendidikan Fisika.

Semarang, 8 Januari 2024

Penguji I


Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP.19760214 200801 1 011

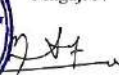
Penguji II


Istikomah, M.Sc
NIP.199011262019032021

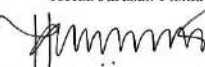
Penguji III


Affa Ardhi Saputri, M.Pd
NIP.199004102019032018

Penguji IV


Eriella Rully Anggita, M.Si
NIP.199005052019032017

Ketua Jurusan Fisika


Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP.19760214 200801 1 011



Lampiran 6

Surat Izin Riset SMA Negeri 1 Semarang



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: isl@walisongo.ac.id Web : <http://isl.walisongo.ac.id>

Nomor	: B.1542/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2024	05 Maret 2024
Lamp	: Proposal Skripsi	
Hal	: Permohonan Izin Riset	

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama	: Ali Khasan Al Farishi
NIM	: 2008086019
Fakultas/Jurusan	: Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian	: PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) MENGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX PADA MATERI GELOMBANG BUNYI.

Dosen Pembimbing : Dr. Joko Budi Poernomo , M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di Sekolah Bapak/Ibu yang anda pimpin , yang akan dilaksanakan pada 20 April – 20 Mei 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Asn. Dekan
Kadag. TU
Nur Khairis, SH, M.H
19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

Lampiran 7

Surat Izin Riset Dinas Pendidikan Wilayah I Jawa Tengah

	KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA	
	UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG	
	FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI	
	Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185 E-mail: fts@walisongo.ac.id Web : http://fsl.walisongo.ac.id	

Nomor	: B.1542/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2024	05 Maret 2024
Lamp	: Proposal Skripsi	
Hal	: Permohonan Izin Riset	

Kepada Yth.
Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama	: Ali Khasan Al Farishi
NIM	: 2008066019
Fakultas/Jurusan	: Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian	: PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) MENGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX PADA MATERI GELOMBANG BUNYI.

Dosen Pembimbing : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di SMA Negeri 1 Semarang, yang akan dilaksanakan pada 20 April – 20 Mei 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dekan
Kabag. TU
Muh. Kharis, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

Lampiran 8

Surat Rekomendasi Izin Riset Dinas Pendidikan Wilayah I Jawa
Tengah



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I

Jalan Gatot Subroto, Komplek Tarubudaya, Ungaran Telpom (024) 76910066
Faksimili (024) 76910069 Laman cabdin1@pdj.jateng.go.id
Surel Elektronik cabdin@pdj.jateng.go.id

NOTA DINAS

Kepada Yth. : Kepala SMA Negeri 1 Semarang
Dari : Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
Tanggal : 07 Maret 2024
Nomor : 071/584
Hal : Izin Riset

Menindaklanjuti surat permohonan dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Nomor : B.1542/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2024 tanggal 5 Maret 2024, perihal Permohonan Izin Riset sebagaimana tersebut pada pokok surat diatas, kami sampaikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah, memberikan ijin kepada :

Nama : Ali Khasan Al Farishi
NIM : 2008066019
Jurusan : Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
Menggunakan Pendekatan Science, Technology,
Engineering, and Mathematics (STEM) Berbantuan
Aplikasi Phythox pada Materi Gelombang Bunyi

2. Kegiatan dilaksanakan pada :

Tanggal : 20 April 2024 s.d 20 Mei 2024
Pukul : 08.00 WIB – Selesai
Lokasi : SMA Negeri 1 Semarang

3. Hal – hal yang perlu diperhatikan:

- Harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- Kepala Sekolah bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan ijin penelitian yang dimulai pukul 08.00 WIB sampai dengan selesai;
- Saat pelaksanaan ijin Penelitian tidak mengganggu proses jam belajar mengajar;
- Pemberian ijin ini hanya untuk kegiatan tersebut diatas, apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan dari ketentuan yang telah ditetapkan maka pemberian ijin ini dicabut;
- Apabila Kegiatan tersebut telah selesai agar segera memberikan laporan hasil kegiatan ke Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

a.n. KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I
Kepala Sub Bagian Tata Usaha



ANGKY MAYANG SASWATI, S.Psi, M.Si
Penata Tingkat I
NIP.19791005.200801.2.001



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik dengan menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE) BSSN.

Lampiran 9

Surat Penunjukan Validator



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fsl@walisongo.ac.id Web: Http://fsl.walisongo.ac.id

Nomor : B.2269/Un.10.8/D/SP.01.06/04/2024 02 April 2024
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Dr. Susilawati, M.Pd Validator Instrumen Ahli Media dan materi
(Dosen Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo)
 2. Istikomah, M.Sc Validator Instrumen Ahli Media dan materi
(Dosen Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo)
 3. Supliyadi, M.Pd Validator Instrumen Ahli
(Guru SMA Negeri 1 Semarang)
 4. Siti Handayani, M.Pd Validator Instrumen Ahli
(Guru SMA Negeri 1 Semarang)
 5. Anang Budiarso, M.Pd Validator Instrumen Ahli
(Guru SMA Negeri 1 Semarang)
- di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama : Ali Khasan Al Farishi
NIM : 2008066019
Program Studi : Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
MENGGUNAKAN PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, AND MATHEMATICS* (STEM) BERBANTUAN
APLIKASI PHYPHOX PADA MATERI GELOMBANG BUNYI.

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



A.n. Dekan
Kabag. TU

Muh. Kharis, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

Lampiran 10

Surat Pernyataan Telah Melakukan Validasi

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Dr. Sutiswati, M.Pd.

NIP : 198505122019032010

Instansi : Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja

Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*

(STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Bunyi" yang telah disusun oleh

mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farahi

NIM : 2009060019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 4 April 2024

Validasi,



Dr. Sutiswati, M.Pd.

NIP. 198505122019032010

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Istikomah, M.Sc.

NIP : 199011262019032021

Instansi : Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Bunyi" yang telah disusun oleh mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farishi

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 24 April 2024
Validator,



Istikomah, M.Sc.
NIP. 199011262019032021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Supliyadi, M.Pd.
NIP : 19700815 199512 1 003
Instansi : SMA Negeri 1 Semarang

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Bunyi" yang telah disusun oleh mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farishi
NIM : 2008066019
Jurusan : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Instansi : UIN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 23 April 2024
Validator,



Supliyadi, M.Pd.
NIP. 19700815 199512 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Siti Handayani, M Pd.

NIP : 197803072008012003

Instansi : SMA Negeri 1 Semarang

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Bunyi" yang telah disusun oleh mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farisli

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 23 April 2024
Validator,

Siti Handayani, M.Pd.
NIP. 197803072008012003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Anang Budiarmo, M.Pd.

NIP : 197409132008011005

Instansi : SMA Negeri 1 Semarang

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Banyu" yang telah disusun oleh mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farishi

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Instansi : UTN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

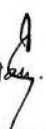
Semarang, 25 April 2024
Validator,



Anang Budiarmo, M.Pd.
NIP. 197409132008011005

Lampiran 11

Surat Disposisi Riset SMA Negeri 1 Semarang

KARTU KENDALI LEMBAR DIPOSISI		SMA 1 SEMARANG Jl. Taman Menteri Supeno No. 1 Semarang Telp. (024) 8310447 - 8318539		TANGGAL : NO. URUT :	
BIASA	RAHASIA	PENTING	BIASA	SEGERA	KILAT
INDEKS			TANGGAL PENYELESAIAN : <i>u/3</i>		
KODE <i>070/135/11/12024</i>					
ISI RINGKASAN / PERIHAL : <i>12in peneluhan an. Ali khusan.</i>					
NO. SURAT :			TANGGAL SURAT :		
ASAL SURAT : <i>UIN Walisongo</i>			LAMPIRAN :		
Diteruskan kepada *)			Instruksi		
1. Kepala Tata Usaha ☐ 2. Bendahara : a. BOS ☐ b. BOP ☐ 3. Waka Kurikulum ☒ 4. Waka Kesiswaan ☐ 5. Waka Sarana Prasarana ☐ 6. Waka Humas ☐ 7. Koordinator BK ☐ 8. Kepala Perpustakaan ☐ 9. Kepala Laboratorium ☐			1. Untuk dipenuhi ☒ 2. Untuk diselesaikan ☐ 3. Untuk dijawab / dibalas ☐ 4. Untuk diketahui ☐ 5. Minta saran / pertimbangan ☐ 6. Siapkan resume ☐ 7. Buat kan konsep ☐ 8. Harap mewakili Kepala Sekolah ☐ 9. Disimpan ☐ 10. Minta laporannya ☐ 11. Diteliti ☐		
CATATAN :			Kepala Sekolah		
<i>Kepada Yth. Bpk. Supriyadi, M.Pd Mohon difasilitasi kegiatan penelitian. Terima kasih.</i>					
 <i>Sigit P</i>			<i>28/3/24</i> Simpanan ARSIP Paraf Tgl.		

*) Harap diberi tanda (V) yang dimaksud

Lampiran 12

Surat Keterangan Telah Melakukan Riset di SMA Negeri 1 Semarang

	PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1 SEMARANG Jalan Taman Menteri Supeno No. 1 Kota Semarang Kode Pos 50243 Telepon. (024) 8310447 – 8318539 Faksimili. (024) 8414851 Surat Elektronik : sma1semarang@yahoo.co.id
<u>SURAT KETERANGAN</u> Nomor : 070/321/V/2024	
Tentang TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN	
Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala SMA Negeri 1 Semarang , menerangkan :	
Nama	: Ali Khasan Al Farishi
NIM	: 2008066019
Universitas	: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Jurusan	: Pendidikan Fisika
Telah melaksanakan Observasi di SMA Negeri 1 Semarang dari tanggal 20 April s.d 20 Mei 2024 dengan judul " Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) menggunakan pendekatan science technology, engineering and mathematics (STEM) berbantuan aplikasi phyphox pada materi gelombang bunyi " guna memenuhi tugas skripsi. Demikian, surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.	
Semarang, 20 Mei 2024 Kepala Sekolah  Dr. Kusno, S.Pd, M.Si Dik. PIPA Tk I 07018 199702 1004	
Website : sma1semarang.sma1semarang.sch.id	

Lampiran 13

Kisi-kisi Instrumen Soal Pemahaman Konsep

Materi Pokok	Indikator Asesmen	Bentuk Soal	Kunci Jawaban	Indikator Pemahaman Konsep	Rebrrik Penskoran
Gelombang bunyi	Peserta didik mampu menjelaskan peristiwa gelombang bunyi dari sebuah kasus	1. Suatu sore Arman, Fidi, Afif, dan Ahmad bermain petak umpet. Saat Arman dapat giliran mencari 3 temannya yang bersembunyi ia terpelekan dan berteriak kesakitan. Walaupun tidak melihat Arman, Afif yang sedang bersembunyi di belakang pagar mendengar suara teriakan Arman. Bagaimana suara tersebut bisa terdengar? Jelaskan macam-macam medium perambatan bunyi!	1. Suara Arman bisa terdengar oleh Afif dikarenakan bunyi dapat merambat melalui medium gas. Bunyi merupakan sebuah gelombang yang dapat merambat melalui beberapa medium, diantaranya adalah medium gas, padat, dan cair. Masing-masing medium tersebut memiliki karakteristik masing-masing dan memiliki kecepatan rambat yang berbeda-beda, sehingga dari sumber bunyi hingga pendengar memiliki kecepatan tangkap yang berbeda.	1. Menjelaskan sebab akibat dari sebuah kasus berdasarkan pemahaman yang dimiliki. 2. Mengelompokkan konsep umum dari macam-macam medium perambatan bunyi	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan namun salah Skor 2 = Peserta didik menyebutkan bahwa bunyi dapat merambat Skor 3 = Peserta didik menyebutkan bahwa bunyi dapat merambat melalui udara Skor 4 = Peserta didik menyebutkan bahwa bunyi dapat merambat melalui udara dan dan medium lain Skor 5 = Peserta didik

					menjawab dengan benar dan lengkap
	Peserta didik mampu menjelaskan peristiwa gelombang bunyi dari sebuah kasus	2. Perhatikan Gambar Berikut!  Salah satu cara untuk mengukur kedalaman laut adalah dengan cara memancarkan gelombang bunyi ke dasar laut, sehingga gelombang bunyi tadi bisa kembali lagi ke permukaan. Jelaskan secara ilmiah bagaimana kedalaman laut tersebut diukur dengan gelombang bunyi? Mengapa tidak menggunakan meroran?	2. Salah satu sifat dari gelombang bunyi adalah dapat dipantulkan. Sifat gelombang tersebut dimanfaatkan manusia untuk memetakan kedalaman laut, salah satunya adalah untuk mengukur kedalaman laut. Alat yang digunakan untuk memetakan gelombang bunyi ke dasar laut adalah Sonar. Sonar tersebut memancarkan bunyi, kemudian akan menangkap kembali bunyi yang telah terpantul dari dasar laut dalam jangka waktu tertentu. Sehingga ketika sonar itu kembali menangkap bunyi dari bunyi pantul, maka akan diketahui jarak	1. Menjelaskan bagaimana memanfaatkan gelombang bunyi yang digunakan untuk mengukur kedalaman laut 2. Membandingkan/menunjukkan perbedaan antara dua objek (yang dikoreksi menggunakan gelombang bunyi dan menggunakan meroran)	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan namun salah Skor 2 = Menyebutkan nama alat pemancar gelombang bunyi dan fungsinya Skor 3 = Menyebutkan alasan penggunaan alat pemancar gelombang bunyi dan menjelaskan alasan tidak menggunakan

			dari permukaan air laut hingga dasar laut.		alat ukur panjang yang lain. Skor 5 = Menyebutkan alasan penggunaan alat pemancar gelombang bunyi dan menjelaskan alasan dapat menggunakan alat ukur panjang yang lain.
	Peserta didik diminta menganalisis cepat rambat bunyi pada suatu medium.	3. Di bidang medis, gelombang bunyi banyak dimanfaatkan untuk membantu mendiagnosis penyakit. Pesiki diketahui gelombang bunyi dapat merambat melalui beberapa medium. Salah satunya adalah <i>Echocardiogram</i> . <i>Echocardiogram</i> adalah teknologi yang dapat mengukur kecepatan aliran	3. Gelombang bunyi dapat merambat di batang baja karena bunyi dapat merambat melalui beberapa medium, salah satunya adalah benda padat. Di dalam soal ini benda polanya adalah batang baja. Diketahui: $l = 1 \text{ m}$ $t = 0,0002 \text{ s}$ $\approx 2 \cdot 10^{-4} \text{ s}$	1. Memberikan kesimpulan logis dari sebuah permasalahan. 2. Menafsirkan dan rebus permasalahan kemudian di selasatkan melalui persamaan.	Skor 6 = Tidak menjawab soal yang diberikan. Skor 1 = Menuliskan rumus salah. Skor 2 = Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada medium padat dengan benar.

		darah. Kecepatan aliran darah diukur menggunakan efek <i>Doppler</i> . Bunyi ultrasonik diarahkan menuju pembuluh nadi, dan gelombang bunyi tersebut mengitari kecepatan aliran darah. Pada sebuah kasus, mata bunyi bisa sepanjang 1 m diketahui merambat suatu gelombang bunyi. Gelombang tersebut merambatkan waktu 0,0002 s untuk mencapai ujung tulang tersebut dari ujung lainnya. Jika modulus elastisitas dari tulang tersebut sebesar $20 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$, tentukan! a. mengapa gelombang bunyi bisa merambat di tulang baja tersebut? b. berapa massa jenis baja tersebut?	$E = 20 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ Ditanya: $\rho = ?$ Penyelesaian: a. gelombang bunyi dapat merambat melalui tiga medium, yakni padat, cair, dan gas. Pada permasalahan di atas, salah satunya digunakan untuk menghitung kecepatan aliran darah melalui alat <i>Echocardiogram</i> . Contoh tersebut merupakan bukti gelombang bunyi dapat merambat melalui zat cair. Kemudian bunyi juga bisa merambat melalui baja karena baja juga		Skor 3 = Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada medium padat dengan benar pada bagian poin a tetapi poin b tidak dikerjakan. Skor 4 = Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada medium padat dengan benar pada bagian poin a tetapi poin b dikerjakan tidak sampai tuntas. Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap.
--	--	--	---	--	---

			termasuk zat padat, sehingga bunyi dapat merambat melalui medium tersebut. b. $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $v^2 = \frac{E}{\rho}$ $\rho = \frac{E}{v^2}$ $\rho = \frac{20 \cdot 10^{10}}{(2,5 \cdot 10^3)^2}$ $\rho = \frac{4}{5} \cdot 10^4$ $\rho = 0,8 \cdot 10^5$ $\rho = 8.000 \text{ kg/m}^3$																			
Peserta didik mampu menganalisis cepat rambat bunyi pada suatu medium	4. Perhatikan tabel berikut! <table> <tr> <th>Medium</th> <th>Massa (kg)</th> <th>Cepat rambat bunyi (m/s)</th> </tr> <tr> <td>Udara (10°C)</td> <td>1,2 kg</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Udara (20°C)</td> <td>1,2 kg</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>Air (20°C)</td> <td>100 kg</td> <td>1497</td> </tr> <tr> <td>Air laut (20°C)</td> <td>100 kg</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>Alumina (20°C)</td> <td>399 kg</td> <td>5100</td> </tr> </table>	Medium	Massa (kg)	Cepat rambat bunyi (m/s)	Udara (10°C)	1,2 kg	—	Udara (20°C)	1,2 kg	340	Air (20°C)	100 kg	1497	Air laut (20°C)	100 kg	1500	Alumina (20°C)	399 kg	5100	4. Diketahui: $v = 1410 \text{ m/s}$ $\rho = 13,6 \cdot 10^3$ Ditanya: E ... ? Jawab: $a. v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $v^2 = \frac{E}{\rho}$ $E = v^2 \cdot \rho$	- Menuliskan dan sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan - Membandingkan antara dua objek atau lebih - Memberikan kesimpulan logis dari sebuah permasalahan	Skor 0 – Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 – Menuliskan namun salah Skor 2 – Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang
Medium	Massa (kg)	Cepat rambat bunyi (m/s)																				
Udara (10°C)	1,2 kg	—																				
Udara (20°C)	1,2 kg	340																				
Air (20°C)	100 kg	1497																				
Air laut (20°C)	100 kg	1500																				
Alumina (20°C)	399 kg	5100																				

	<table border="1"> <tr> <th>No</th><th>Soal</th><th>Skor</th></tr> <tr> <td>1</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr> <td>2</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr> <td>3</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr> <td>4</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr> <td>5</td><td>—</td><td>—</td></tr> </table>	No	Soal	Skor	1	—	—	2	—	—	3	—	—	4	—	—	5	—	—	$E = (1410)^2 \cdot 13,6 \cdot 10^3$ $E = 2,7 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ b. Jika mengacu dari persamaan cepat rambat bunyi pada zat cair, massa jenis berbanding terbalik dengan cepat rambat bunyi. Sehingga jika massa jenis cairan diperkecil, maka nilai cepat rambat akan semakin besar.	bunyi pada zat cair dengan benar Skor 3 – Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat cair dengan benar pada poin a Skor 4 – Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat cair dengan benar pada poin a dan mengerjakan poin b tetapi tidak tuntas Skor 5 – Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
No	Soal	Skor																			
1	—	—																			
2	—	—																			
3	—	—																			
4	—	—																			
5	—	—																			
Peserta didik mampu menganalisis	5. Pada sebuah zat cair, bunyi dapat merambat di dalamnya. Berikan salah	5. Contoh permasalahan bunyi dalam	1. Memberikan kesimpulan logis dari sebuah permasalahan Skor 0 – Tidak menjawab soal yang diberikan																		

cepat rambat bunyi pada suatu medium	satu contoh peristiwa pembiasan bunyi pada zat cair dalam kehidupan sehari-hari dan bagaimana cepat rambat gelombang bunyi dalam gas terkompresi pada suhu 300 K? diketahui $M = 2 \text{ g/mol}$ dan $\gamma = 1,4$.	kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah dapat berkomunikasi di dalam air, kemudian ada permainan gelombang bunyi dalam kegiatan pengukur kedalaman laut. Diketahui: $T = 300 \text{ K}$ $M = 2 \text{ gr/mol}$ $= 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ $\gamma = 1,4$ Ditanya: $v = ?$ Penyelesaian: $v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$ $= \sqrt{1,4 \frac{8,314 \cdot 300}{2 \cdot 10^{-3}}}$ $v = 1321,3 \text{ m/s}$ Contoh dalam kehidupan sehari-hari seperti dapat berkomunikasi dalam air, pemanfaatan sonar pada kapal, dan	2. Memberikan contoh mengenai konsep secara umum	Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat gas dengan benar Skor 3 = Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat gas dengan benar pada poin a Skor 4 = Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat gas dengan benar pada poin a tetapi poin b dikesampingkan
--------------------------------------	--	---	--	--

		Digunakan pada beberapa alat medis.		dengan kurang tepat Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap									
Peserta didik mampu mengidentifikasi cepat rambat bunyi pada suatu medium	6. Di sebuah ruangan Binokop biasanya di semua sisi ruangnya dipantulkan dengan busa atau bahan berpori lainnya. Hal tersebut bertujuan untuk meredam bunyi agar tidak mengganggu di dalam ruangan tersebut. Perhatikan tabel berikut! <table border="1"> <thead> <tr> <th>Media</th> <th>Ketebalan (cm)</th> <th>Cepat Rambat Bunyi (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kayu (25°C)</td> <td>1,5</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>Gelas (15°C)</td> <td>1,2</td> <td>310</td> </tr> </tbody> </table> Pada suatu ketika, seorang musisi akan kembali menyanyi sebagai guru dari sebuah tebing setelah waktu 4 detik. Apabila y adalah perbandingan panas jenis udara, pada tekanan dan	Media	Ketebalan (cm)	Cepat Rambat Bunyi (m/s)	Kayu (25°C)	1,5	340	Gelas (15°C)	1,2	310	6. Diketahui: $t = 4 \text{ s}$ Ditanya: $x = ?$ Penyelesaian: $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ $x = v \cdot t$ $x = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \cdot t$ $x = 2 \cdot \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ Contoh dalam kehidupan sehari-hari seperti dapat berkomunikasi dalam air, pemanfaatan sonar pada kapal, dan digunakan pada beberapa alat medis	1. Memberikan kesimpulan logis dari sebuah permasalahan 2. Memberikan contoh mengenai konsep secara umum	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan cepat rambat bunyi dengan benar Skor 3 = Menuliskan persamaan cepat rambat bunyi dan menggunakan rumus dengan benar Skor 4 = Menuliskan persamaan cepat rambat bunyi dengan
Media	Ketebalan (cm)	Cepat Rambat Bunyi (m/s)											
Kayu (25°C)	1,5	340											
Gelas (15°C)	1,2	310											

		volume konstan sedangkan orang tersebut mengetahui bahwa suhu saat itu T kecil dan massa uap air adalah M , maka orang tersebut dapat menentukan jarak tersebut menurut persamaan apa dan bagaimana tersebut dalam kegiatan lain dapat dimanfaatkan dalam apa?		benar dan menyelesaikan persamaan dengan benar kemudian menyebutkan contoh tetapi kurang tepat Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
Peserta didik mampu mengidentifikasi sebuah kejadian sumber bunyi dan menjelaskannya	7. Seorang pembuat alat musik sedang beres-beres dengan berbagai jenis kawat untuk digunakan sebagai dawai. Dia mencoba kawat dengan massa jenis yang berbeda untuk melihat efektivitas terhadap frekuensi bunyi. Jika dibuat sebuah percobaan sepotong kawat yang panjangnya 80 cm dan massanya 16 gram dipetik kedua ujungnya dan terentang tegang dengan tegangan 800 N. Tentukan! a. frekuensi nada atas kesatu	7. Diketahui: $l = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$ $m = 16 \text{ gr}$ $= 16 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ $F = 800 \text{ N}$ Ditanya: f_1 ...? Penyelesaian: a. $f_1 = 2 \cdot f_0 \sqrt{\frac{F \cdot l}{m}}$ $f_1 = 2 \cdot \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F \cdot l}{m}}$ $f_1 = \frac{1}{0,8} \sqrt{\frac{800 \cdot 0,8}{16 \cdot 10^{-3}}}$ $f_1 = \frac{10}{8} \sqrt{\frac{640}{16 \cdot 10^{-3}}}$	1. Menjelaskan hubungan sebuah alat 2. Mampu memberikan kesimpulan logis dari sebuah permasalahan	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan rumus dawai Skor 3 = Menuliskan persamaan rumus atas pertama pada dawai dan mengerjakan ya dengan benar dan lengkap

	b. bagaimana pengaruh massa dawai terhadap frekuensi yang dihasilkan berdasarkan persamaan yang kalian gunakan?	$f_1 = \frac{10}{8} \cdot \sqrt{10 \cdot 10^2}$ $f_1 = \frac{10}{8} \cdot 2 \cdot 10^2$ $f_1 = 250 \text{ Hz}$ b. Mengacu dari persamaan yang ada maupun persamaan dari hukum Melde, gaya tegangan tali akan berpengaruh lurus terhadap frekuensi. Sedangkan massa tali akan berpengaruh terbalik dengan frekuensi yang dihasilkan.		benar pada poin a Skor 4 = Menuliskan persamaan rumus atas pertama pada dawai dan mengerjakan ya dengan benar pada poin a dan mengerjakan poin b dengan kurang tepat Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
Peserta didik mampu mengidentifikasi sebuah kejadian sumber bunyi dan menjelaskannya	8. Seorang menggetarkan dawai sepanjang 1 m diberi tegangan 100 N, pada satu dawai digetarkan dengan frekuensi 500 Hz, di sepanjang dawai terbentuk 10 perut. Tentukan! a. massa dawai tersebut	8. Diketahui: $l = 1 \text{ m}$ $F = 100 \text{ N}$ $f_0 = 500 \text{ Hz}$ $= 10 \text{ Perut}$ Ditanya: m ...? Penyelesaian: a. $f_n = (n + 1) f_0$	1. Menjelaskan hubungan sebuah alat dari sebuah permasalahan 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Menafsirkan dari sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan

		b. jika kalain amati dalam kehidupan, setiap kalain melakukan gerak selabo menghasilkan bunyi bunyi kalain sadra, jelatin bagaimana bunyi itu bisa tercipta dan mengapa dawai yang digetarkan bisa menghasilkan bunyi?	$f_1 = 10 f_0$ $500 = 10 f_0$ $f_0 = 50 \text{ Hz}$ $f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F \cdot l}{m}}$ $50 = \frac{1}{2 \cdot 1} \sqrt{\frac{100 \cdot 1}{m}}$ $100 = \sqrt{\frac{100}{m}}$ $\sqrt{m} = \frac{100}{10}$ $m = \frac{1}{10}$ $m = \frac{1}{100} \text{ kg}$ $m = 10 \text{ gr.}$ h. Bunyi bisa dihasilkan ketika udara di sekitar bergetar. Masukkan pada dawai, dawai digetarkan dan kemudian udara disekitar dawai ikut bergetar dan menghasilkan	nada dasar pada dawai Skor 3 = Menuliskan persamaan nada atas pertama pada dawai dan mengerjakannya dengan benar pada poin a Skor 4 = Menuliskan persamaan nada atas pertama pada dawai dan mengerjakannya dengan benar pada poin a tetapi mengerjakan poin b dengan kurang tepat Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
--	--	---	---	---

			bunyi. Bunyi di udara kemudian disebarkan melalui udara sehingga bisa terdengar oleh telinga pendengar.		
	Peserta didik mampu mengidentifikasi sebuah kejadian sumber bunyi dan menjelaskannya	9. Seorang mahasiswa fisika sedang melakukan percobaan dengan pipa organa untuk mempelajari perbedaan antara pipa tertutup dan pipa terbuka. Jika terdapat sebuah pipa organa tertutup panjangnya 60 cm. Jika cepat rambat bunyi 340 m/s, maka.... a. nada atas ketiga b. nada atas kelima c. bagaimana jika kedua nada tadi terjadi pada pipa organa terbuka?	9. Diketahui: Frekuensi pipa organa tertutup adalah : $f_n = n \cdot f_1 = n \cdot \left(\frac{v}{4L}\right)$ - Nada dasar/harmonik pertama $f_1 = \frac{v}{4L} = \frac{340}{4 \cdot (0,6)}$ $= \frac{340}{2,4}$ $= 141,7 \text{ Hz}$ - Nada atas ketiga/harmonik ketiga $f_3 = 3f_1$ $= 3(141,7)$ $= 425,1 \text{ Hz}$ - Nada atas kelima/harmonik ke-5 $f_5 = 5f_1$ $= 5(141,7)$ $= 708,5 \text{ Hz}$	1. Mampu mengidentifikasi ciri-ciri khusus dari pipa organa 2. Mampu menafsirkan dari sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan 3. Mampu menyebutkan perbedaan antara dua objek	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan cepat rambat bunyi pada nada dasar Skor 3 = Menuliskan cepat rambat bunyi pada nada atas Skor 4 = Menuliskan cepat rambat bunyi pada nada atas dan b dengan benar Skor 5 = Peserta didik

		$f_{11} = 11f_1$ $= 11 (141,7)$ $= 1558,7 \text{ Hz}$ • Frekuensi yang dihasilkan akan bernilai		menjawab dengan benar dan lengkap
Peserta didik mampu mengidentifikasi sebuah kejadian sumber bunyi dan menjelaskannya	10. Pipa organa terbuka yang panjangnya 25 cm menghasilkan frekuensi nada dasar sama dengan frekuensi yang dihasilkan oleh dawai yang panjangnya 150 cm. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s dan cepat rambat gelombang pada dawai adalah 510 m/s, Tentukan! a. nada yang dihasilkan dawai b. bagaimana pengaruh panjangnya dawai terhadap nada yang dihasilkannya?	10. Diketahui: $L_{\text{organa}} = 25 \text{ cm}$ $L_{\text{dawai}} = 150 \text{ cm}$ Ditanya: $n \dots ?$ Penyelesaian: a. • Frekuensi nada dasar pipa organa terbuka $f_1 = \frac{v}{2L}$ $= \frac{340}{2 (0,25)}$ $= \frac{340}{0,5}$ $= 680 \text{ Hz}$ • Frekuensi nada dawai $f_n = \frac{n v'}{2L'}$ $= \frac{n 510}{2 (1,5)}$ $= \frac{n 510}{3}$ $= n 170 \text{ Hz}$	1. Menjelaskan hubungan sebab akibat dari sebuah permasalahan 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Memfaktakan dan sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan dengan benar Skor 3 = Menuliskan persamaan dengan benar kemudian mengerjakan dengan benar Skor 4 = Menuliskan persamaan dengan benar dan mengerjakan ya dengan benar

		Maka: $680 = n \cdot 170$ $n = \frac{68}{17}$ $n = 4 \text{ nada atas ketiga}$ b. Berdasarkan persamaan yang ada pada pipa organa terbuka, panjang pipa akan berbanding terbalik dengan besar frekuensi yang dihasilkan. Semakin panjang pipa, maka akan semakin kecil frekuensi yang dihasilkan, begitupun sebaliknya.		poin a tetapi masih kurang benar pada poin b Skor 5 = Peserta tidak menjawab dengan benar dan lengkap
Peserta didik mampu menganalisis frekuensi bunyi dari peristiwa Efek Doppler dan memberikan penjelasan dari kasus tersebut	11. Perhatikan gambar berikut!  Suatu ketika, Andi sedang berjalan-jalan di Jalan Raya untuk mengunjungi	11. Peristiwa Efek Doppler merupakan peristiwa naik atau turunnya frekuensi gelombang bunyi yang terdengar penerima bunyi ketika sumber bunyi bergerak mendekati atau	1. Menjelaskan sebab akibat dari sebuah kasus berdasarkan pemahaman yang dimiliki	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menyebutkan bahwa terjadi

	masukan sore di kota. Tidak berselang lama, andi tiba-tiba menghentikan langkahnya dikarenakan ia mendengar sirine mobil ambulans yang mendekat. Ketika mobil tersebut semakin mendekat, suara sirinanya semakin jelas. Jelaskan bagaimana peristiwa itu bisa terjadi	menjawab. Pada saat sumber suara diam, kedua penerima akan mendengar frekuensi yang sama. Saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya. Hal tersebutlah yang menyebabkan Andi mendengar suara ambulans menjadi semakin keras ketika mendekatnya.	peristiwa efek Doppler Skor 3 = Menjelaskan terjadi efek Doppler tetapi kurang benar Skor 4 = Menjelaskan terjadi efek Doppler dengan benar tetapi belum diberi contoh pada kasus lain Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
Peserta didik mampu menganalisis frekuensi bunyi dari peristiwa Efek Doppler dan memberikan penjelasan dari kasus tersebut	12. Seorang Pilot yang pesawat terbangnya menuju ke utara mendengar bunyi sirine mesera dengan frekuensi 2000 Hz. Jika sirine memancarkan bunyi dengan frekuensi 1700 Hz, dan dapat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, tentukan!	12. Diketahui: $f_p = 2000 \text{ Hz}$ $f_s = 1700 \text{ Hz}$ $v = 340 \text{ m/s}$ $v_p = 0$ Ditanya: v_D ...? Penyelesaian: a. $f_D = \frac{v \pm v_D}{v \mp v_s} f_s$	1. Menggeneralisasikan konsep secara umum 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Menafikan dari sebuah permasalahan kemudian di selidiki melalui persamaan Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus ialah Skor 2 = Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar

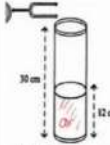
	a. kecepatan pesawat terbang b. bagaimana frekuensi bunyi sirine yang diterima Pilot jika pesawatnya bergerak menuju?	$f_D = \frac{v \pm v_D}{v \mp v_s} f_s$ $= \frac{2000 + v_D}{340 - 1700} \cdot 1700$ $\frac{2000}{5} = 340 + v_D$ $v_D = 400 - 340$ $v_D = 60 \text{ m/s}$ b. Jika pilot semakin menjauhi sirine, maka frekuensi yang diterimanya juga akan semakin kecil seiring dengan perubahan jaraknya menjauhi sirine. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan persamaan yang dijelaskan pada persamaan efek Doppler.		Skor 3 = Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakan ya dengan benar pada poin a Skor 4 = Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakan dengan benar pada poin a dan hasil kurang benar pada poin b Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
Peserta didik mampu menganalisis frekuensi bunyi dari peristiwa	13. Sebuah mobil ambulans bergerak dengan kelajuan 144 km/jam sambil memancarkan sirine dengan frekuensi 2000 Hz.	13. Diketahui: $v_s = 144 \text{ km/jam}$ $= 40 \text{ m/s}$ $f_s = 2000 \text{ Hz}$	1. Menggeneralisasikan konsep secara umum 2. Mampu memberikan kesimpulan logis	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan

dari peristiwa Efek Doppler dan memberikan penjelasan dari kasus tersebut	berfrekuensi 504 Hz. Saat itu juga mobil B mendekati P dari arah yang berlawanan dengan A, pada kecepatan 20 m/s sambil memancarkan sinyal berfrekuensi 518 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara 300 m/s, maka a. Farhan sedang berlatih bernyanyi gitar di rumahnya. Di kamar yang sama, ada sebuah metronom yang berdetak dengan frekuensi tertentu. Farhan mencoba untuk menyelaraskan nada gitar yang ia mainkan dengan detak metronom tersebut. Namun, ia mendengar adanya fluktuasi dalam volume suara yang ia dengar, yang naik dan turun secara periodik. Dari peristiwa yang dialami Farhan tersebut, buatlah kesimpulan bagaimana peristiwa penyimpangan bunyi bisa terjadi!	$v_B = 20 \text{ m/s}$ Ditanya: f_1 ...? Penyelesaian: a. pelayangan adalah peristiwa 2 bunyi keras atau dua bunyi lemah yang terjadi berurutan. Jika kedua gelombang bunyi merambat secara bersamaan, bunyi paling kuat akan terjadi ketika fase kedua bunyi sama, jika kedua bunyi terjadi pada fase yang berlawanan, maka akan menghasilkan bunyi yang lemah karena akan saling mengurangkan. Sama seperti yang terjadi pada farhan, peristiwa tersebut merupakan peristiwa pelayangan bunyi. $f_p = \frac{f_2 - f_1}{2}$	2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Menalarikan dari sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan	Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = mengerjakan pada a dengan benar Skor 3 = Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar Skor 4 = Menuliskan persamaan efek Doppler dan mengerjakan dengan benar tetapi belum diselesaikan pada fenomena pelayangan bunyi Skor 5 = Perata tidak menjawab dengan benar dan lengkap
---	--	--	--	---

	b. frekuensi layangan yang didengar oleh pendengar P	$f_{sa} = \frac{v}{v - v_s} f_s$ $f_{sa} = \frac{300}{300 - 30} 504$ $f_{sa} = \frac{300}{270} 504$ $f_{sa} = 560 \text{ Hz}$ $f_{sb} = \frac{v}{v - v_s} f_s$ $f_{sb} = \frac{300}{300 - 30} 518$ $f_{sb} = \frac{300}{270} 518$ $f_{sb} = 555 \text{ Hz}$ $f_1 = [560 - 555]$ $f_1 = 5 \text{ Hz}$	1. Menjelaskan hubungan sebab akibat dari sebuah permasalahan 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Menalarikan dari sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan
Pewarta tidak mampu menganalisis frekuensi bunyi dari peristiwa Efek Doppler dan memberikan penjelasan dari kasus tersebut	15. Rangan berdiri diam di tepi jalan untuk mengamati peristiwa pelayangan bunyi (perbedaan frekuensi yang dia dengar). Dari sebelah kanan sebuah ambulans menuju ke arahnya dengan kecepatan 30 m/s sambil memancarkan frekuensi	15. Diketahui: $f_s = 1200 \text{ Hz}$ $f_a = 870 \text{ Hz}$ $v_a = 30 \text{ m/s}$ $v_s = 40 \text{ m/s}$ $v = 330 \text{ m/s}$ Ditanya: f_1 ...? Penyelesaian: a.	1. Menjelaskan hubungan sebab akibat dari sebuah permasalahan 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Menalarikan dari sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan

	sebesar 1200 Hz, kemudian dari sebelah kiri menuju ke arahnya sebuah mobil pemadam kebakaran dengan kecepatan 40 m/s menuju sumber bunyi. frekuensi sebesar 870 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara sebesar 330 m/s. Tentukan! a. besar pelayangan bunyi yang didengar Kangga! b. jika frekuensi ambulance lebih kecil daripada frekuensi mobil pemadam kebakaran, maka simpulan bagaimana yang terjadi!	$f_{p1} = \frac{v}{v - v_{s1}} f_{s1}$ $= \frac{330}{330 - 40} \cdot 1200$ $f_{p1} = \frac{330}{290} \cdot 1200$ $f_{p1} = 1320 \text{ Hz}$ $f_{p2} = \frac{v}{v + v_{s2}} f_{s2}$ $= \frac{330}{330 + 40} \cdot 870$ $f_{p2} = \frac{330}{370} \cdot 870$ $f_{p2} = 790 \text{ Hz}$ $f_1 = 1320 - 790$ $f_1 = 530 \text{ Hz}$ b. Jika frekuensi dari ambulance lebih kecil daripada frekuensi mobil pemadam kebakaran, maka peristiwa pelayangan bunyi akan		efek Doppler dengan benar Skor 3 = Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakan dengan benar pada poin a Skor 4 = Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakan dengan benar pada poin a tetapi mengerjakan poin b dengan kurang tepat Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
--	--	---	--	--

		terjadi. Karena pelayangan bunyi merupakan osilasi yang positif dan negatif.		
	16. Suatu ketika saat turun bus, Agus sedang duduk di bangku bus. Ia mengamati bagaimana bunyi dari setiap tetesnya. Tiba-tiba terdengar suara halilintar menyambar dan menggetarkan kaca jendela. Bagaimana terjadinya peristiwa resonansi pada peristiwa tersebut? apakah ketika halilintar menyambar saat kaca halilintar akan menggetarkan kaca jendela lagi?	16. Peristiwa tersebut merupakan peristiwa resonansi. Resonansi bunyi adalah peristiwa ikut bergayutnya suatu benda akibat getaran yang dihasilkan oleh sumber bunyi. Resonansi bunyi terjadi jika suatu benda memiliki frekuensi alami yang sama dengan frekuensi alami sumber bunyi yang bergayut. Selain benda, udara atau gas di sekitar sumber bunyi juga dapat beresonansi, isolkan	Mampu memberikan penjelasan konsep secara umum dan memberikan kesimpulan logis	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menjelaskan apa itu resonansi Skor 3 = Menjelaskan fenomena resonansi pada kasus tersebut Skor 4 = Menjelaskan fenomena resonansi pada kasus tersebut dan menjawab

		memiliki frekuensi yang sama yang sama dengan frekuensi alamiah sumber bunyi. Ketika tepati petir kaca, bunyi itu kaca lain bergetar, dikarenakan belum tentu petir yang kedua memiliki frekuensi yang sama dengan petir yang pertama.		kemungkinan besarnya kembali kaca pada saat bunyi hahimur selanjutnya tetapi tanpa diberikan alasan. Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
	17. Perhatikan gambar di bawah ini  Jika frekuensi garputala yang digunakan adalah 300 Hz, pada saat terjadi	17. Diketahui: $f = 300 \text{ Hz}$ <i>Resonansi</i> : 1 $t = \frac{4}{(2n-1)} \cdot \lambda$ $t = \frac{1}{4} \lambda$ $t = 18 \text{ cm}$ Ditanya: $v = \dots ?$ Jawab: $a.$ $f = \frac{1}{T}$ $18 = \frac{1}{4} \lambda$ $\lambda = 72 \text{ cm}$	1. Mampu membandingkan dua persamaan perbedaan dan objek 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Menjelaskan dan menuliskan permasalahan menggunakan persamaan	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan peristwa resonansi Skor 3 = Mengetik persamaan resonansi pada sebuah tabung dengan benar pada poin a

	resonansi 1, tinggi kolom udara terlihat pada gambar. Tentukan! a. cepat rambat gelombang bunyi b. Jika frekuensi garputala diperkecil, apa yang terjadi?	$\lambda = 72 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $v = \lambda \cdot f$ $v = 72 \cdot 10^{-2} \cdot 300$ $v = 216 \text{ m/s}$ b. Jika frekuensi garputala diperkecil maka cepat rambat gelombang bunyi juga akan semakin mengecil		Skor 4 = Mengetik persamaan resonansi pada sebuah tabung dengan benar pada poin a dan menguraikan poin b dengan kurang tepat Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
	18. Sebuah tabung resonansi menghasilkan nada dengan koro untuk kedua kalinya pada saat panjang kolom udara 51 cm. bila frekuensi garputala yang digunakan adalah 500 Hz. tentukan! a. Cepat rambat udara di dalam tabung tersebut b. Bagaimana hubungan antara panjang kolom udara terhadap bunyi yang dihasilkan?	18. Diketahui: $t = 51 \text{ cm}$ <i>Resonansi kedua</i> Ditanya: $\lambda = \dots ?$ Penyelesaian: a. $t = \frac{3}{4} \lambda$ $\lambda = \frac{4}{3} t$ $\lambda = \frac{4}{3} \cdot 51$ $\lambda = 68$ $\lambda = 68 \text{ cm}$ $\lambda = 0,68 \text{ m}$	1. Menjelaskan hubungan sebab akibat dari sebuah permasalahan 2. Mampu memberikan Kesimpulan logis 3. Menuliskan dari sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan peristwa resonansi Skor 3 = Mengetik persamaan resonansi pada sebuah tabung

		$v = \lambda \cdot f$ $v = \frac{68}{100} \cdot 500 \text{ Hz}$ $v = 68,5$ 340 m/s b. Semakin panjang kolom udara, maka semakin kecil bunyi yang dihasilkan			dengan benar pada poin a Skor 4 = Mengetahui persamaan resonansi pada sebuah tabung dengan benar dan mengerjakan poin b dengan kurang tepat Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
	19. Sebuah bunyi sirine yang identik di bunyikan serentak menghasilkan bunyi intensitas bunyi 70 dB. Jika intensitas ambang bunyi 10^{-12} W/m^2. Tentukan! a. Intensitas bunyi satu buah sirine b. Bagaimana jika bunyi terdapat 50 sirine yang berbunyi?	19. Diketahui: $TI_{100} = 70 \text{ dB}$ $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ Ditanya: $I_1, \dots?$ Pencapaian: a. $TI_n = TI_1 + 10 \log n$ $TI_{100} = TI_1 + 10 \log 100$ $70 = TI_1 + 10 \log 100$ $70 - 20 = TI_1$ $TI = 50 \text{ dB}$	1. Memberikan konsep secara umum 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Memfikirkan dan sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan 4. Menunjukkan perbedaan antara dua objek	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan rumus intensitas bunyi Skor 3 = Menyelesaikan n karis taraf intensitas	

	$TI = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$ $50 = 10 \log \frac{I_1}{10^{-12}}$ $\log 10^4 = \log \frac{I_1}{10^{-12}}$ $10^4 = \frac{I_1}{10^{-12}}$ $I_1 = 10^4 \cdot 10^{-12}$ $I_1 = 10^{-8} \text{ W/m}^2$ b. Jika sirine yang berbunyi hanya 50 maka intensitas buayi akan berubah secara logaritmik beraturan		buayi dengan benar pada poin a Skor 4 = Menyelesaikan n karis taraf intensitas buayi dengan benar pada poin b tetapi poin b masih kurang benar Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
20. Taraf intensitas buayi sebuah mesin adalah 60 dB (dengan acuan intensitas ambang pendengaran 10^{-12} W/m^2). Jika taraf intensitas di ruang parkir yang menggunakan sejumlah mesin tersebut adalah 80 dB. Tentukan! a. Jumlah mesin yang digunakan b. Bagaimana pengaruh jumlah sumber buayi	20. Diketahui: $\beta = 60 \text{ dB}$ $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ $\beta_2 = 80 \text{ dB}$ Ditanya: $n \dots?$ Pencapaian: $\beta = 10 \log(I/I_0)$ untuk satu sumber $\beta_2 = 10 \log(nI/I_0)$ untuk beberapa sumber	1. Memberikan konsep secara umum 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Memikirkan dan sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan 4. Menunjukkan perbedaan antara dua objek	Skor 0 = Tidak menjawab soal yang diberikan Skor 1 = Menuliskan rumus salah Skor 2 = Menuliskan persamaan rumus taraf intensitas buayi Skor 3 = Menyelesaikan

		terhadap intensitas dihasilkan?	taraf yang $\beta_2 = 10 \log n + 10 \log(I/I_0)$ $\beta_2 = 10 \log n + \beta$ $90 = 10 \log n + 60$ $10 \log n = 30$ $\log n = 3$ $2 \log 10 = 2$ $\log 10^2 = 2$ $n = 100$ b. Jika sumber bunyi lebih banyak, maka bunyi akan berubah secara logaritmik		n karu taraf intensitas bunyi dengan benar pada poin a Skor 4 = Menyelesaikan n karu taraf intensitas bunyi dengan benar pada poin a tetapi belum benar mengerjakan poin b Skor 5 = Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap
--	--	---------------------------------	---	--	---

Lampiran 14

Instrumen Soal Uji Coba Pemahaman Konsep

SOAL UJI COBA

Mata Pelajaran :	Fisika	Jumlah Soal :	20 Soal
Alokasi Waktu :	2x45 menit	Materi Pokok :	Gelombang Bunyi

PETUNJUK MENERJAKAN SOAL

- Berdonlah terlebih dahulu sebelum mengerjakan soal
- Kerjakan sesuai waktu yang telah ditentukan oleh guru
- Kerjakan soal dengan sungguh-sungguh dan bertanggung jawab
- Yakinkan pada jawaban sendiri, hindari mencontek teman maupun membuka buku atau sumber lain
- Tulislah identitas dengan lengkap pada lembar jawab

Kerjakan soal berikut dengan teliti dan benar!

1. Suatu sore Arman, Edi, Afif, dan Ahmad bermain petak umpet. Saat Arman dapat giliran mencari 3 temannya yang bersembunyi ia terjatuh dan berteriak kesakitan. Walaupun tidak melihat Arman, Afif yang sedang bersembunyi di belakang pagar mendengar suara teriakan Arman. Bagaimana suara tersebut bisa terdengar? Jelaskan macam-macam medium perambatan bunyi!
2. Perhatikan Gambar Berikut!



Salah satu cara untuk mengukur kedalaman laut adalah dengan cara memancarkan gelombang bunyi ke dasar laut, sehingga gelombang bunyi tadi bisa kembali lagi ke sumbernya. Jelaskan secara ilmiah bagaimana kedalaman laut tersebut diukur dengan gelombang bunyi? Mengapa tidak menggunakan meteran?

3. Di bidang medis, gelombang bunyi banyak dimanfaatkan untuk membantu memudahkan dalam mendiagnosis penyakit pasien dikarenakan gelombang bunyi dapat merambat melalui beberapa medium. Salah satunya adalah *Echocardiogram*. *Echocardiogram* adalah teknologi

yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan aliran darah. Kecepatan aliran darah diukur menggunakan efek *Doppler*. Bunyi ultrasonik diarahkan menuju pembuluh nadi, dan pergerakan gelombang bunyi tersebut mengikuti kecepatan aliran darah.

Pada sebuah kasus, suatu batang baja sepanjang 1 m diketahui merambat suatu gelombang bunyi. Gelombang tersebut membutuhkan waktu 0,0002 s untuk mencapai ujung batang tersebut dari ujung lainnya. Jika modulus elastisitas dari batang tersebut sebesar $20 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$, Jelaskan!

- mengapa gelombang bunyi bisa merambat di batang baja tersebut?
- berapa massa jenis baja tersebut?

4. Perhatikan tabel berikut!

Medium	Massa jenis	Cepat Rambat Bunyi (m/s)
Udara (0°C)	$1,2 \text{ kg/m}^3$	331
Udara (15°C)	$1,2 \text{ kg/m}^3$	340
Air (25°C)	1000 kg/m^3	1490
Air Laut (25°C)	1026 kg/m^3	1530
Aluminium (20°C)	2700 kg/m^3	5100
Besi	7900 kg/m^3	5130
Air Raksa		

Cepat rambat gelombang bunyi dalam raksa (merkuri) sebesar 1.410 m/s. Jika diketahui massa jenis raksa $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

- berapakah Modulus Bulk Merkuri?
 - bagaimana pengaruh massa jenis terhadap cepat rambat gelombang bunyi di dalamnya?
5. Pada sebuah zat cair, bunyi dapat merambat di dalamnya. Berikan salah satu contoh peristiwa perambatan bunyi pada zat cair dalam kehidupan sehari-hari dan hitunglah cepat rambat gelombang bunyi dalam gas hidrogen pada suhu 300 K? diketahui $M=2 \text{ g/mol}$ dan $\gamma=1,4$.
6. Di sebuah ruangan Bioskop biasanya di semua sisi ruangnya dipenuhi dengan busa atau bahan berpori lainnya. Hal tersebut bertujuan untuk meredakan bunyi agar tidak mengganggu didalam ruangan tersebut. Perhatikan tabel berikut!

Medium	Massa jenis	Cepat Rambat Bunyi (m/s)
Udara (0°C)	$1,2 \text{ kg/m}^3$	331
Udara (15°C)	$1,2 \text{ kg/m}^3$	340

Pada suatu ketika, seseorang mendengarkan kembali suaranya sebagai gema dari sebuah tebing setelah waktu 4 detik. Apabila y adalah perbandingan panas jenis udara pada tekanan dan volume konstan sedangkan orang tersebut mengetahui bahwa suhu saat itu T kelvin dan massa molar udara adalah M , maka orang tersebut dapat menentukan jarak tersebut menurut persamaan apa dan fenomena tersebut dalam kegiatan lain dapat dimanfaatkan dalam apa?

7. Seorang pembuat alat musik sedang bereksperimen dengan berbagai jenis kawat untuk digunakan sebagai dawai. Dia mencoba kawat dengan massa jenis yang berbeda untuk melihat efeknya terhadap frekuensi bunyi. Jika dibuat sebuah percobaan sepotong kawat yang panjangnya 80 cm dan massanya 16 gram dijepit kedua ujungnya dan terentang tegang dengan tegangan 800 N. Tentukan!
 - a. frekuensi nada atas kesatu
 - b. bagaimana pengaruh massa dawai terhadap frekuensi yang dihasilkan berdasarkan persamaan yang kalian gunakan?
8. Seseorang menggetarkan dawai sepanjang 1 m diberi tegangan 100 N. pada saat dawai digetarkan dengan frekuensi 500 Hz, di sepanjang dawai terbentuk 10 perut. Tentukan!
 - a. massa dawai tersebut
 - b. jika kalian amati dalam kehidupan, setiap kali melakukan gerak selalu menghasilkan bunyi tanpa kalian sadari. Jelaskan bagaimana bunyi itu bisa tercipta dan mengapa dawai yang digetarkan bisa menghasilkan bunyi?
9. Seorang mahasiswa fisika sedang melakukan percobaan dengan pipa organa untuk mempelajari perbedaan antara pipa tertutup dan pipa terbuka. Jika terdapat sebuah pipa organa tertutup panjangnya 60 cm. Jika cepat rambat bunyi 340 m/s, maka....
 - a. nada atas ketiga
 - b. nada atas kelima
 - c. bagaimana jika kedua nada tadi terjadi pada pipa organa terbuka?
10. Pipa organa terbuka yang panjangnya 25 cm menghasilkan frekuensi nada dasar sama dengan frekuensi yang dihasilkan oleh dawai yang panjangnya 150 cm. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s dan cepat rambat gelombang transversal pada dawai adalah 510 m/s. Tentukan!
 - a. nada yang dihasilkan dawai
 - b. bagaimana pengaruh panjangnya dawai terhadap nada yang dihasilkannya?

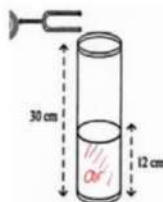
11. Perhatikan gambar berikut!



Suatu ketika, Andi sedang berjalan-jalan di Jalan Raya untuk menikmati suasana sore di kota. Tidak berselang lama, audi tiba-tiba menghentikan langkahnya dikarenakan ia mendengarkan sirine mobil *ambulance* semakin mendekat. Ketika mobil tersebut semakin mendekat, suara sirinenya semakin jelas. Jelaskan bagaimana peristiwa itu bisa terjadi

12. Seorang Pilot yang pesawat terbangnya menuju ke menara bandara mendengar bunyi sirine menara dengan frekuensi 2000 Hz. Jika sirine memancarkan bunyi dengan frekuensi 1700 Hz, dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, Tentukan!
 - a. kecepatan pesawat terbang
 - b. bagaimana frekuensi bunyi sirine yang diterima Pilot jika pesawatnya menjauhi menara?
13. Sebuah mobil ambulans bergerak dengan kelajuan 144 km/jam sambil membunyikan sirine dengan frekuensi 2000 Hz. Sebuah sepeda motor bergerak dengan kelajuan 40 m/s berlawanan arah kemudian berpapasan dengan mobil ambulans. Jika cepat rambat bunyi di udara adalah 320 m/s, maka Tentukan!
 - a. perbandingan frekuensi yang didengar oleh pengendara sepeda motor saat mendekati dan menjauhi mobil ambulans
 - b. setelah kalian amati dari persamaan efek Doppler dan percobaan yang kalian lakukan, jelaskan bagaimana hubungan antara kecepatan sumber bunyi terhadap frekuensi yang diterima pendengar?
14. Mobil A mendekati pengamat P (diam) dengan kecepatan 30 m/s sambil membunyikan sirine berfrekuensi 504 Hz. Saat itu juga mobil B mendekati P dari arah yang berlawanan dengan A, pada kecepatan 20 m/s sambil membunyikan sirine berfrekuensi 518 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara 300 m/s, maka

- a. Farhan sedang berlatih bermain gitar di rumahnya. Di kamar yang sama, ada sebuah metronom yang berdetak dengan frekuensi tertentu. Farhan mencoba untuk menyelaraskan nada gitar yang ia mainkan dengan detak metronom tersebut. Namun, ia mendengar adanya fluktuasi dalam volume suara yang ia dengar, yang naik dan turun secara periodik. Dari peristiwa yang dialami farhan tersebut, buatlah kesimpulan bagaimana peristiwa pelayangan bunyi bisa terjadi!
- b. frekuensi layangan yang didengar oleh pendengar P
15. Rangga berdiri diam di tepi jalan untuk mengamati peristiwa pelayangan bunyi (perbedaan frekuensi yang dia dengar). Dari sebelah kanan sebuah ambulance melaju ke arahnya dengan kecepatan 30 m/s sambil membunyikan frekuensi sebesar 1200 Hz , kemudian dari sebelah kiri melaju ke arahnya sebuah mobil pemadam kebakaran dengan kecepatan 40 m/s sambil membunyikan frekuensi sebesar 870 Hz . Jika cepat rambat bunyi di udara sebesar 330 m/s , Tentukan!
- a. besar pelayangan bunyi yang didengar Rangga!
- b. jika frekuensi ambulance lebih kecil daripada frekuensi mobil pemadam kebakaran, maka simpulkan bagaimana yang terjadi!
16. Suatu ketika saat turun hujan, Agus sedang duduk di ruang tamu. Ia mengamati bagaimana hujan turun di setiap tetesnya. Tiba-tiba terdengar suara halilintar menyambar dan menggetarkan kaca jendela rumahnya. Jelaskan bagaimana terjadinya peristiwa resonansi pada peristiwa tersebut? apakah ketika halilintar menyambar saat kedua kalinya akan menggetarkan kaca jendela lagi?
17. Perhatikan gambar di bawah ini



- Jika frekuensi garputala yang digunakan adalah 300 Hz, pada saat terjadi resonansi 1, tinggi kolom udara terlihat pada gambar. Tentukan!
- cepat rambat gelombang bunyi
 - Jika frekuensi garputala diperkecil, apa yang terjadi?
18. Sebuah tabung resonansi menghasilkan suara dengungan keras untuk kedua kalinya pada saat panjang kolom udara 51 cm. bila frekuensi garputala yang digunakan adalah 500 Hz. Tentukan!
- cepat rambat udara di dalam tabung tersebut
 - bagaimana hubungan antara panjang kolom udara terhadap bunyi yang dihasilkan?
19. Seratus buah sirine yang identik dibunyikan serentak menghasilkan taraf intensitas bunyi 70 dB. Jika intensitas ambang bunyi $10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, maka
- intensitas bunyi satu buah sirine
 - bagaimana jika hanya terdapat 50 sirine yang berbunyi?
20. Taraf intensitas bunyi sebuah mesin adalah 60 dB (dengan acuan intensitas ambang pendengaran $10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$). Jika taraf intensitas di ruang pabrik yang menggunakan sejumlah mesin tersebut adalah 80 dB, tentukan....
- jumlah mesin yang digunakan
 - bagaimana pengaruh jumlah sumber bunyi terhadap taraf intensitas yang dihasilkan?

Lampiran 15

Kunci Jawaban Instrumen Soal Pemahaman Konsep

KUNCI JAWABAN INSTRUMEN TES

Kunci Jawaban
1. Suara Arman bisa terdengar oleh Afif dikarenakan bunyi dapat merambat melalui medium gas. Bunyi merupakan sebuah gelombang yang dapat merambat melalui beberapa medium, diantaranya adalah medium gas, padat, dan cair. Masing-masing medium tersebut memiliki karakteristik masing-masing dan memiliki kecepatan rambat yang berbeda-beda, sehingga dari sumber bunyi hingga pendengar memiliki kecepatan tangkap yang berbeda.
2. Salah satu sifat dari gelombang bunyi adalah dapat dipantulkan. Sifat gelombang tersebut dimanfaatkan manusia untuk memudahkan kehidupannya, salah satunya adalah untuk mengukur kedalaman laut. Alat yang digunakan untuk memancarkan gelombang bunyi ke dasar laut adalah Sonar. Sonar tersebut memancarkan bunyi, kemudian akan menangkap kembali bunyi yang telah terpantul dari dasar laut dalam jangka waktu tertentu. Sehingga ketika sonar itu kembali menangkap bunyi dari bunyi pantul, maka akan diketahui jarak dari permukaan air laut hingga dasar laut.
3. Gelombang bunyi dapat merambat di batang baja karena bunyi dapat merambat melalui beberapa medium, salah satunya adalah benda padat. Di dalam soal ini benda padatnya adalah batang baja. Diketahui: $l = 1 \text{ m}$ $t = 0,0002 \text{ s} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ $E = 20 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ Ditanya: ρ ...? Penyelesaian: a. gelombang bunyi dapat merambat melalui tiga medium, yakni padat, cair, dan gas. Pada permasalahan di atas, salah satunya digunakan untuk menghitung kecepatan aliran darah melalui alat <i>Echocardiogram</i>. Contoh tersebut merupakan bukti gelombang bunyi dapat merambat melalui zat cair. Kemudian bunyi juga bisa merambat melalui baja karena baja juga termasuk zat padat, sehingga bunyi dapat merambat melalui medium tersebut. b. $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $v^2 = \frac{E}{\rho}$ $\rho = \frac{E}{v^2}$ $\rho = \frac{20 \cdot 10^{10}}{(5 \cdot 10^3)^2}$ $\rho = \frac{4}{5} \cdot 10^4$ $\rho = 0,8 \cdot 10^4$

$\rho = 8.000 \text{ kg/m}^2$	
4.	Diketahui: $v = 1410 \text{ m/s}$ $\rho = 13,6 \cdot 10^3$ Ditanya: β ...? Jawab: a. $v = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}}$ $v^2 = \frac{\beta}{\rho}$ $\beta = (1410)^2 \cdot 13,6 \cdot 10^3$ $\beta = 2,7 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ b. Jika mengacu dari persamaan cepat rambat bunyi pada zat cair, massa jenis berbanding terbalik dengan cepat rambat bunyi. Sehingga jika massa jenis cairan diperkecil, maka nilai cepat rambat akan semakin besar.
5.	Contoh perambatan bunyi dalam kehidupan sehari-hari salah satunya adalah dapat berkomunikasi di dalam air, kemudian ada memanfaatkan gelombang bunyi dalam kegiatan pengukuran kedalaman laut. Diketahui: $T = 300 \text{ K}$ $M = 2 \text{ gr/mol} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ $\gamma = 1,4$ Ditanya: v ...? Penyelesaian: $v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$ $v = \sqrt{1,4 \frac{8,314 \cdot 300}{2 \cdot 10^{-3}}}$ $v = 1321,3 \text{ m/s}$ Contoh dalam kehidupan sehari-hari seperti dapat berkomunikasi dalam air, pemanfaatan sonar pada kapal, dan digunakan pada beberapa alat medis.
6.	Diketahui: $t = 4s$ Ditanya: x ...? Penyelesaian:

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

$$x = v \cdot t$$

$$x = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \cdot 2$$

$$x = 2 \cdot \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

Contoh dalam kehidupan sehari-hari seperti dapat berkomunikasi dalam air, pemanfaatan sonar pada kapal, dan digunakan pada beberapa alat medis

7.

Diketahui:

$$l = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$m = 16 \text{ gr} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$F = 800 \text{ N}$$

Ditanya: f_1 ...?

Penyelesaian:

$$a. f_1 = 2 \cdot f_0$$

$$f_1 = 2 \cdot \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F \cdot l}{m}}$$

$$f_1 = \frac{1}{0,8} \cdot \sqrt{\frac{800 \cdot 0,8}{16 \cdot 10^{-3}}}$$

$$f_1 = \frac{10}{8} \cdot \sqrt{\frac{640}{16 \cdot 10^{-3}}}$$

$$f_1 = \frac{10}{8} \cdot \sqrt{40 \cdot 10^3}$$

$$f_1 = \frac{10}{8} \cdot 2 \cdot 10^2$$

$$f_1 = 250 \text{ Hz}$$

b. Mengacu dari persamaan yang ada ataupun persamaan dari hukum Melde, gaya tegangan tali akan berbanding lurus terhadap frekuensi. Sedangkan massa tali akan berbanding terbalik dengan frekuensi yang dihasilkan.

8.

Diketahui:

$$l = 1 \text{ m}$$

$$F = 100 \text{ N}$$

$$f_0 = 500 \text{ Hz} = 10 \text{ Perut}$$

Ditanya: m ...?

Penyelesaian:

a. $f_n = (n+1)f_0$ $f_0 = 10f_0$ $500 = 10f_0$ $f_0 = 50 \text{ Hz}$ $f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F \cdot l}{m}}$ $50 = \frac{1}{2 \cdot 1} \sqrt{\frac{100 \cdot 1}{m}}$ $100 = \frac{10}{\sqrt{m}}$ $\sqrt{m} = \frac{10}{100}$ $m = \frac{1}{10}$ $m = \frac{1}{100} \text{ kg}$ $m = 10 \text{ gr}$ b. Bunyi bisa dihasilkan ketika udara di sekitar bergetar. Misalkan pada dawai, dawai digetarkan dan kemudian udara disekitar dawai ikut bergetar dan menghasilkan bunyi. Bunyi di udara kemudian dirambatkan melalui udara sehingga bisa terdengar oleh telinga pendengar.	9. Diketahui: Frekuensi pipa organa tertutup adalah : $f_n = n \cdot f_1 = n \cdot \left(\frac{v}{4L}\right)$ - Nada dasar/harmonik pertama $f_1 = \frac{v}{4L} = \frac{340}{4(0,6)} = \frac{340}{2,4} = 141,7 \text{ Hz}$ - Nada atas ketiga/harmonik ketujuh $f_7 = 7f_1 = 7(141,7) = 991,9 \text{ Hz}$ - Nada atas kelima/harmonik ke sebelas $f_{11} = 11f_1 = 11(141,7) = 1558,7 \text{ Hz}$ - Frekuensi yang dihasilkan akan berubah.
10. Diketahui: $l_{\text{organa}} = 25 \text{ cm}$ $l_{\text{dawai}} = 150 \text{ cm}$ Ditanya: $n \dots ?$ Penyelesaian: a. Frekuensi nada dasar pipa organa terbuka	

$f_1 = \frac{v}{2l} = \frac{340}{2 \cdot (0,25)} = \frac{340}{0,5} = 680 \text{ Hz}$ • Frekuensi nada dawai $f_n' = \frac{n v'}{2l'} = \frac{n \cdot 510}{2 \cdot (1,5)} = \frac{n \cdot 510}{3} = n \cdot 170 \text{ Hz}$ Maka: $680 = n \cdot 170$ $n = \frac{68}{17}$ $n = 4 \text{ nada atas ketiga}$ b. Berdasarkan persamaan yang ada pada pipa organa terbuka, panjang pipa akan berbanding terbalik dengan besar frekuensi yang dihasilkan. Semakin panjang pipa, maka akan semakin kecil frekuensi yang dihasilkan, begitupun sebaliknya.	11.
Peristiwa Efek Doppler merupakan peristiwa naik atau turunnya frekuensi gelombang bunyi yang terdengar penerima bunyi ketika sumber bunyi bergerak mendekat atau menjauh. Pada saat sumber suara diam, kedua penerima mendengar besar frekuensi yang sama. Saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya. Hal tersebutlah yang menyebabkan Andi mendengar suara <i>ambulance</i> menjadi semakin keras ketika mendekatnya.	12.
Diketahui: $f_p = 2000 \text{ Hz}$ $f_s = 1700 \text{ Hz}$ $v = 340 \text{ m/s}$ $v_s = 0$ Ditanya: v_p ... ? Penyelesaian: a. $f_p = \frac{v \pm v_p}{v \mp v_s} f_s$ $f_p = \frac{v \pm v_p}{v \mp v_s} f_s$ $2000 = \frac{340 + v_p}{340} 1700$ $\frac{2000}{5} = 340 + v_p$ $v_p = 400 - 340$ $v_p = 60 \text{ m/s}$ b. Jika pilot semakin menjauhi sirine, maka frekuensi yang diterimanya juga akan semakin kecil seiring dengan perubahan jaraknya menjauhi sirini. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan persamaan yang dijelaskan pada persamaan efek Doppler.	13.

Diketahui:

$$v_s = 144 \text{ km/jam} = 40 \text{ m/s}$$

$$f_s = 2000 \text{ Hz}$$

$$v_p = 40 \text{ m/s}$$

$$v = 320 \text{ m/s}$$

Ditanya: $f_{p1} = f_{p2} \dots ?$

Penyelesaian:

a.

- Saat sumber bunyi dan pengendara saling mendekati

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} \cdot f_s$$

- Saat sumber bunyi dan pengendara saling menjauhi

$$f_{p2} = \frac{v - v_p}{v + v_s} \cdot f_s$$

$$\frac{f_{p1}}{f_{p2}} = \frac{v + v_p}{v - v_s} \cdot \frac{v + v_s}{v - v_p}$$

$$\frac{f_{p1}}{f_{p2}} = \frac{v + v_p}{v - v_s} \cdot \frac{v + v_s}{v - v_p}$$

$$\frac{f_{p1}}{f_{p2}} = \frac{v + v_p}{v - v_s} \cdot \frac{v + v_s}{v - v_p}$$

$$\frac{f_{p1}}{f_{p2}} = \frac{320 + 40}{320 - 40} \cdot \frac{320 + 40}{320 - 40}$$

$$\frac{f_{p1}}{f_{p2}} = \frac{9}{7} \cdot \frac{9}{7}$$

$$\frac{f_{p1}}{f_{p2}} = \frac{81}{49}$$

- b. Apabila seorang pendengar yang diam mendengar bunyi dari sumber bunyi yang diam, maka pendengar akan mendengar bunyi dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi aslinya (frekuensi sumber). Apabila pendengar dan atau sumber bunyi bergerak maka pendengar akan mendengar bunyi dengan frekuensi yg berbeda dengan frekuensi sumber yang dinyatakan dengan persamaan efek Doppler.

14. Diketahui:

$$f_A = 504 \text{ Hz}$$

$$f_B = 518 \text{ Hz}$$

$$v_A = 30 \text{ m/s}$$

$$v_B = 20 \text{ m/s}$$

Ditanya: $f_1 \dots ?$

Penyelesaian:

- a. pelayangan adalah peristiwa 2 bunyi keras atau dua bunyi lemah yang terjadi berurutan. Jika kedua gelombang bunyi merambat secara bersamaan, bunyi paling kuat akan terjadi ketika fase keduanya sama, jika kedua bunyi terjadi pada fase yang berlawanan, maka

akan menghasilkan bunyi yang lemah karena akan saling menghancurkan. Sama seperti yang terjadi pada farhan, peristiwa tersebut merupakan peristiwa pelayangan bunyi. b. $f_p = \frac{v}{v - v_s} f_s$ $f_{pA} = \frac{v}{v - v_{s2}} f_s$ $f_{pA} = \frac{300}{300 - 30} 504$ $f_{pA} = \frac{300}{270} 504$ $f_{pA} = 560 \text{ Hz}$ $f_{pB} = \frac{v}{v - v_{s2}} f_s$ $f_{pB} = \frac{300}{300 - 20} 518$ $f_{pB} = \frac{300}{280} 518$ $f_{pB} = 555 \text{ Hz}$ $f_t = 560 - 555 $ $f_t = 5 \text{ Hz}$	15. Diketahui: $f_A = 1200 \text{ Hz}$ $f_B = 870 \text{ Hz}$ $v_A = 30 \text{ m/s}$ $v_B = 40 \text{ m/s}$ $v = 330 \text{ m/s}$ Ditanya: $f_1 \dots ?$ Penyelesaian: a. $f_{p1} = \frac{v}{v - v_{s1}} f_{s1}$ $f_{p1} = \frac{330}{330 - 30} 1200$ $f_{p1} = \frac{330}{300} 1200$ $f_{p1} = 1320 \text{ Hz}$ $f_{p2} = \frac{v}{v - v_{s2}} f_{s2}$ $f_{p1} = \frac{330}{330 - 40} 870$
---	---

$f_{p1} = \frac{330}{290} \cdot 870$ $f_{p1} = 990 \text{ Hz}$ $f_i = 1320 - 990 $ $f_i = 330 \text{ Hz}$ b. Jika frekuensi dari ambulance lebih kecil daripada frekuensi mobil pemadam kebakaran, maka peristiwa pelayangan bunyi akan tetap terjadi. Karena pelayangan bunyi merupakan pengurangan mutlak dua buah sumber bunyi sehingga tidak ada nilai negatif.
16. Peristiwa tersebut merupakan peristiwa resonansi. Resonansi bunyi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda akibat getaran yang dihasilkan oleh sumber bunyi. Resonansi bunyi hanya dapat terjadi jika suatu benda memiliki frekuensi alami yang sama dengan frekuensi alami sumber bunyi yang bergetar. Selain benda, udara atau gas di sekitar sumber bunyi juga dapat beresonansi, asalkan memiliki frekuensi yang alami yang sama dengan frekuensi alami sumber bunyi. Ketika terjadi petir kedua, belum tentu kaca ikut bergetar, dikarenakan belum tentu petir yang kedua memiliki frekuensi yang sama dengan petir yang pertama. 17. Diketahui: $f = 300 \text{ Hz}$ Resonansi : 1 $l = \frac{(2n-1)}{4} \cdot \lambda$ $l = \frac{1}{4} \lambda$ $l = 18 \text{ cm}$ Ditanya: $v \dots ?$ Jawab: a. $l_1 = \frac{1}{4} \lambda$ $18 = \frac{1}{4} \lambda$ $\lambda = 72 \text{ cm}$ $\lambda = 72 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $v = \lambda \cdot f$ $v = 72 \cdot 10^{-2} \cdot 300$ $v = 216 \text{ m/s}$ b. Jika frekuensi garputala diperkecil maka cepat rambat gelombang bunyi juga akan semakin mengecil
18. Diketahui:

$$l = 51 \text{ cm}$$

Resonansi kedua

Ditanya: λ ... ?

Penyelesaian:

a.

$$l = \frac{3}{4} \lambda$$

$$\lambda = \frac{4l}{3}$$

$$\lambda = \frac{4 \cdot 51}{3}$$

$$\lambda = 4,17$$

$$\lambda = 68 \text{ cm}$$

$$\lambda = 0,68 \text{ m}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$v = \frac{68}{100} \cdot 500 \text{ Hz}$$

$$v = 68,5$$

$$340 \text{ m/s}$$

b. Semakin panjang kolom udara, maka semakin kecil bunyi yang dihasilkan

19. Diketahui:

$$TI_{100} = 70 \text{ dB}$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

Ditanya: I_1 ... ?

Penyelesaian:

a.

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

$$TI_{100} = TI_1 + 10 \log 100$$

$$70 = TI + 10 \log 100$$

$$70 - 20 = TI$$

$$TI = 50 \text{ dB}$$

$$TI = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$50 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\log 10^5 = \log \frac{I_1}{10^{-12}}$$

$$10^5 = \frac{I_1}{10^{-12}}$$

$$I_1 = 10^5 \cdot 10^{-12}$$

$$I_1 = 10^{-7} \text{ W/m}^2$$

b. Jika sirine yang berbunyi hanya 50 maka intensitas bunyi akan berubah secara logaritmik berkurang
20. Diketahui: $\beta = 60 \text{ dB}$ $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ $\beta_2 = 80 \text{ dB}$ Ditanya: $n \dots ?$ Penyelesaian: a. $\beta = 10 \log(I/I_0)$ untuk satu sumber $\beta_2 = 10 \log(I/I_0)$ untuk beberapa sumber $\beta_2 = 10 \log n + 10 \log(I/I_0)$ $\beta_2 = 10 \log n + \beta$ $80 = 10 \log n + 60$ $10 \log n = 20$ $\log n = 2$ $2 \log 10 = 2$ $\log 10^2 = 2$ $n = 100$ b. Jika sumber bunyi lebih banyak, maka bunyi akan berubah secara logaritmik

Lampiran 16

Pedoman Penskoran Instrumen Pemahaman Konsep

RUBRIK PENSKORAN INSTRUMEN TES UJI COBA PEMAHAMAN KONSEP

No	Penskoran	Skor
1	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Peserta didik menyebutkan bahwa bunyi dapat merambat	2
	Peserta didik menyebutkan bahwa bunyi dapat merambat melalui udara	3
	Peserta didik menyebutkan bahwa bunyi dapat merambat melalui udara dan dua medium lain	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
2	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menyebutkan nama alat pemancar gelombang bunyi	2
	Menyebutkan nama alat pemancar gelombang bunyi dan fungsinya	3
	Menyebutkan alasan penggunaan alat pemancar gelombang bunyi dan menjelaskan alasan tidak menggunakan alat ukur panjang yang lain	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
3	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada medium padat dengan benar	2
	Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada medium padat dengan benar pada bagian poin a tetapi poin b tidak dikerjakan	3
	Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada medium padat dengan benar pada bagian poin a tetapi poin b	4

No	Penskoran	Skor
	dikerjakan tidak sampai tuntas	
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
4	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat cair dengan benar	2
	Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat cair dengan benar pada poin a	3
	Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat cair dengan benar pada poin a dan mengerjakan poin b tetapi tidak tuntas	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
5	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat gas dengan benar	2
	Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat gas dengan benar pada poin a	3
	Menuliskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi pada zat gas dengan benar pada poin a tetapi poin b dikerjakan dengan kurang tepat	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
6	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan cepat rambat bunyi dengan benar	2
	Menuliskan persamaan cepat rambat bunyi dan mengerjakannya dengan benar	3
	Menuliskan persamaan cepat rambat bunyi dengan benar dan	4

No	Penskoran	Skor
7	menyelesaikan persamaan dengan benar kemudian menyebutkan contoh tetapi kurang tepat	
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan nada dasar pada dawai	2
	Menuliskan persamaan nada atas pertama pada dawai dan mengerjakannya dengan benar pada poin a	3
	Menuliskan persamaan nada atas pertama pada dawai dan mengerjakannya dengan benar pada poin a dan mengerjakan poin b dengan kurang tepat	4
8	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan nada dasar pada dawai	2
	Menuliskan persamaan nada atas pertama pada dawai dan mengerjakannya dengan benar pada poin a	3
	Menuliskan persamaan nada atas pertama pada dawai dan mengerjakannya dengan benar pada poin a tetapi mengerjakan poin b dengan kurang tepat	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
9	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Mengerjakan cepat rambat bunyi pada nada dasar	2
	Mengerjakan cepat rambat bunyi pada poin a dengan benar	3
	Mengerjakan cepat rambat bunyi	4

No	Penskoran	Skor
10	pada poin a dan b dengan benar	
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan dengan benar	2
	Menuliskan persamaan dengan benar kemudian mengerjakan dengan benar pada poin a	3
	Menuliskan persamaan dengan benar dan mengerjakannya dengan benar pada poin a tetapi masih kurang benar pada poin b	4
11	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menyebutkan bahwa terjadi peristiwa efek Doppler	2
	Menjelaskan terjadi efek Doppler tetapi kurang benar	3
	Menjelaskan terjadi efek Doppler dengan benar tetapi belum diberi contoh pada kasus lain	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
12	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar	2
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakannya dengan benar pada poin a	3
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakan dengan benar pada poin a dan masih kurang benar pada poin b	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5

No	Penskoran	Skor
13	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar	2
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakannya dengan benar pada poin a	3
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakan dengan benar pada poin a tetapi masih kurang tepat pada poin b	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
14	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar	2
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar	3
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakan dengan benar tetapi belum diselesaikan pada fenomena pelayangan bunyi	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
15	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar	2
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakan dengan benar pada poin a	3
	Menuliskan persamaan efek Doppler dengan benar dan mengerjakan dengan benar pada poin a tetapi mengerjakan poin b dengan kurang tepat	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5

No	Penskoran	Skor
	benar dan lengkap	
	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menjelaskan apa itu resonansi	2
	Menjelaskan fenomena resonansi pada kasus tersebut	3
16	Menjelaskan fenomena resonansi pada kasus tersebut dan menjawab kemungkinan bergetarnya kembali kaca pada sambutan halilintar selanjutnya tetapi tanpa diberikan alasan	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan peristiwa resonansi	2
17	Mengerjakan persamaan resonansi pada sebuah tabung dengan benar pada poin a	3
	Mengerjakan persamaan resonansi pada sebuah tabung dengan benar pada poin a dan mengerjakan poin b dengan kurang tepat	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan peristiwa resonansi	2
18	Mengerjakan persamaan resonansi pada sebuah tabung dengan benar pada poin a	3
	Mengerjakan persamaan resonansi pada sebuah tabung dengan benar dan mengerjakan poin b dengan kurang tepat	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
19	Tidak menjawab soal yang diberikan	0

No	Penskoran	Skor
20	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan taraf intensitas bunyi	2
	Menyelesaikan kasus taraf intensitas bunyi dengan benar pada poin a	3
	Menyelesaikan kasus taraf intensitas bunyi dengan benar pada poin b tetapi poin b masih kurang benar	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5
	Tidak menjawab soal yang diberikan	0
	Menuliskan namun salah	1
	Menuliskan persamaan taraf intensitas bunyi	2
	Menyelesaikan kasus taraf intensitas bunyi dengan benar pada poin a	3
	Menyelesaikan kasus taraf intensitas bunyi dengan benar pada poin a tetapi belum benar mengerjakan poin b	4
	Peserta didik menjawab dengan benar dan lengkap	5

Lampiran 17

Kartu Soal Tes Pemahaman Konsep

KARTU SOAL			
Jenjang : SMA Mata Pelajaran : Fisika Kurikulum : Merdeka Belajar Bentuk Soal : Essay		Alokasi Waktu : 2 x 60 menit Jumlah Soal : 20 soal Penyusun : Ali Khusni Al Faridhi Tahun Ajaran : 2023/2024	
Capaian Pembelajaran (CP) Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	No. Soal 1	Indikator Pemahaman Konsep 1. Menjelaskan sebab-akibat dari sebuah kasus berdasarkan pemahaman yang dimiliki 2. Mengeksplorasi konsep rumus dari materi-materi medium perambatan bunyi	Sumber
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya.	Soal 1. Suatu sore Amun, Kiki, Afif, dan Ahmad bermain petak umpet. Sore Amun dapat giliran mencari 3 temannya yang bersembunyi ia terjatuh dan bertetak kepalan. Walaupun tidak melihat Amun, Afif yang sedang bersembunyi di belakang pagar mendengar suara tertawa Amun. Bagaimana suara tersebut bisa terdengar? Jelaskan macam-macam medium perambatan bunyi!		
Materi Gelombang Bunyi			
Jawaban: Suara Amun bisa terdengar oleh Afif dikarenakan bunyi dapat merambat melalui medium gas. Bunyi merupakan sebuah gelombang yang dapat merambat melalui beberapa medium, diantaranya adalah medium gas, padat, dan cair. Meski masing-masing medium tersebut memiliki karakteristik masing-masing dan memiliki kecepatan rambat yang berbeda-beda, sehingga dari sumber bunyi hingga pendengar memiliki kecapaian tanggap yang berbeda.			

Capaian Pembelajaran (CP) Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	No. Soal 2	Indikator Pemahaman Konsep 1. Menjelaskan bagaimana memantarkan gelombang bunyi yang digunakan untuk mengukur kedalaman laut 2. Membandingkan/memutuskan perbedaan antara dua objek (pengukuran menggunakan gelombang bunyi dan menggunakan meteran)	Sumber
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya.	Soal 2. Perhatikan Gambar Berikut  Salah satu cara untuk mengukur kedalaman laut adalah dengan cara memantarkan gelombang bunyi ke dasar laut, sehingga gelombang bunyi itu bisa kembali lagi ke sumbernya. Jelaskan secara ilmiah bagaimana kedalaman laut tersebut diukur dengan gelombang bunyi? Mengapa tidak menggunakan meteran?		
Materi Gelombang Bunyi			
Jawaban: Salah satu sifat dari gelombang bunyi adalah dapat dipantarkan. Sifat gelombang tersebut dimanfaatkan manusia untuk memantarkan kedalaman laut, salah satunya adalah untuk mengukur kedalaman laut. Alat yang digunakan untuk memantarkan gelombang bunyi ke dasar laut adalah Sonar. Sonar tersebut memantarkan bunyi, kemudian akan menangkap kembali bunyi yang telah terpantul dari dasar laut dalam jangka waktu tertentu. Sehingga ketika sonar itu kembali menangkap bunyi dari bunyi pantul, maka akan diketahui jarak dan permukaan air laut hingga dasar laut.			

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	3	1. Menentukan kesimpulan logis dari sebuah permasalahan 2. Menafsirkan dari sebuah permasalahan kemudian di telaah untuk mencari pemenuhan	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi		Soal 3. Di bidang medis, gelombang bunyi banyak dimanfaatkan untuk membantu memudahkan dalam melakukan prosedur pasien dikarenakan gelombang bunyi dapat merambat melalui beberapa medium. Salah satunya adalah <i>Echocardiogram</i> . <i>Echocardiogram</i> adalah teknologi yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan aliran darah. Kecepatan aliran darah diukur menggunakan <i>gate Doppler</i> . Bunyi ultrasonik diarahkan menuju pembuluh nadi, dan pergerakan gelombang bunyi tersebut mengikuti kecepatan aliran darah. Pada sebuah kasus, suatu batang baja sepanjang 1 m diketahui merambat suatu gelombang bunyi. Gelombang tersebut membutuhkan waktu 0,0002 s untuk mencapai ujung batang tersebut dari ujung lainnya. Jika modulus elastisitas dari batang tersebut sebesar $20 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$, tentukan! a. mengapa gelombang bunyi bisa merambat di batang baja tersebut? b. berapa massa jenis baja tersebut?	

Jawaban: Gelombang bunyi dapat merambat di batang baja karena bunyi dapat merambat melalui beberapa medium, salah satunya adalah benda padat. Di dalam soal ini benda padatnya adalah batang baja. Diketahui: $l = 1 \text{ m}$ $t = 0,0002 \text{ s} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ $E = 20 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ Ditanya: $\rho = ?$ Jawab: a. gelombang bunyi dapat merambat melalui tiga medium, yakni padat, cair, dan gas. Pada permasalahan di atas, salah satunya digunakan untuk mengukur kecepatan aliran darah melalui alat <i>Echocardiogram</i>. Contoh tersebut merupakan bentuk gelombang bunyi dapat merambat melalui zat cair. Kemudian bunyi juga bisa merambat melalui baja karena baja juga termasuk zat padat, sehingga bunyi dapat merambat melalui medium tersebut. b. $v = \frac{l}{t}$ $v^2 = \frac{E}{\rho}$ $\rho = \frac{E}{v^2}$ $\rho = \frac{20 \cdot 10^{10}}{(5 \cdot 10^3)^2}$ $\rho = \frac{20}{25} \cdot 10^4$ $\rho = 0,8 \cdot 10^4$ $\rho = 8.000 \text{ kg/m}^2$
--

Capaian Pembelajaran (CP) Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	No. Soal 4	Indikator Pemahaman Konsep 1. Menafsirkan dari sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui pemahaman 2. Membandingkan antara dua objek atau lebih 3. Menyebutkan kesimpulan logis dari sebuah permasalahan	Sumber																								
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya.	Soal 4. Perhatikan tabel berikut!	<table><thead><tr><th>Medium</th><th>Massa jenis</th><th>Cepat Rambat Bunyi</th></tr></thead><tbody><tr><td>Udara (0°C)</td><td>$1,29 \text{ kg/m}^3$</td><td>331</td></tr><tr><td>Udara (20°C)</td><td>$1,2 \text{ kg/m}^3$</td><td>344</td></tr><tr><td>Air (25°C)</td><td>1000 kg/m^3</td><td>1480</td></tr><tr><td>Air Laut (25°C)</td><td>1026 kg/m^3</td><td>1500</td></tr><tr><td>Bekas air (20°C)</td><td>1250 kg/m^3</td><td>1500</td></tr><tr><td>Kaca</td><td>2500 kg/m^3</td><td>3500</td></tr><tr><td>Besi</td><td>7800 kg/m^3</td><td>5000</td></tr></tbody></table>	Medium	Massa jenis	Cepat Rambat Bunyi	Udara (0°C)	$1,29 \text{ kg/m}^3$	331	Udara (20°C)	$1,2 \text{ kg/m}^3$	344	Air (25°C)	1000 kg/m^3	1480	Air Laut (25°C)	1026 kg/m^3	1500	Bekas air (20°C)	1250 kg/m^3	1500	Kaca	2500 kg/m^3	3500	Besi	7800 kg/m^3	5000	
Medium	Massa jenis	Cepat Rambat Bunyi																									
Udara (0°C)	$1,29 \text{ kg/m}^3$	331																									
Udara (20°C)	$1,2 \text{ kg/m}^3$	344																									
Air (25°C)	1000 kg/m^3	1480																									
Air Laut (25°C)	1026 kg/m^3	1500																									
Bekas air (20°C)	1250 kg/m^3	1500																									
Kaca	2500 kg/m^3	3500																									
Besi	7800 kg/m^3	5000																									
Materi Gelombang Bunyi		Cepat rambat gelombang bunyi dalam raksa (merkuri) sebesar 1.410 m/s. Jika diketahui massa jenis raksa $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ - berapakah Modulus Bulk Merkuri? - bagaimana pengaruh massa jenis terhadap cepat rambat gelombang bunyi diraksaanya?																									

Jawaban: Diketahui: $v = 1410 \text{ m/s}$ $\rho = 13,6 \cdot 10^3$ Ditanya: β ...? Jawab: $v = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}}$ $v^2 = \frac{\beta}{\rho}$ $\beta = v^2 \cdot \rho$ $\beta = (1410)^2 \cdot 13,6 \cdot 10^3$ $\beta = 2,7 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ - Jika semakin dari persamaan cepat rambat bunyi pada rumus diatas jenis berbanding terbalik dengan cepat rambat bunyi. Sehingga jika massa jenis cairan diperkecil, maka nilai cepat rambat akan semakin besar.

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	5	1. Menberikan kesimpulan logis dari sebuah permasalahan 2. Menberikan contoh mengenai konsep secara umum	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi		Soal 5. Pada sebuah zat cair, bunyi dapat merambat di dalamnya. Berikan salah satu contoh perilaku perambatan bunyi pada zat cair dimana kehidupan sehari-hari dan bagaimana cepat rambat gelombang bunyi dalam gas hidrogen pada suhu 300 K? diketahui $M=2$ g/mol dan $\gamma=1,4$.	

Jawaban:

Contoh perambatan bunyi dalam kehidupan sehari-hari salah satunya adalah dapat berkomunikasi di dalam air, kemudian ada memanfaatkan gelombang bunyi dalam kegiatan pengukuran kedalaman laut.

Diketahui:

$$T = 300 \text{ K}$$

$$M = 2 \text{ gr/mol} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

$$\gamma = 1,4$$

Ditanya: v = ?

Penyelesaian:

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

$$v = \sqrt{1,4 \frac{8,314 \cdot 300}{2 \cdot 10^{-3}}}$$

$$v = 1323,3 \text{ m/s}$$

Capaian Pembelajaran (CP) Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	No. Soal 6	Indikator Pemahaman Konsep 1. Menentukan kesimpulan logis dari sebuah permasalahan 2. Menentukan contoh mengenai konsep sesuai situasi	Sumber									
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya.	Soal 6. Di sebuah ruangan Stokop biasanya di semua sisi ruangnya dipenuhi dengan baki atau bahan seperti lainnya. Hal tersebut bertujuan untuk memastikan bunyi agar tidak mengalami didekati ruangan tersebut. Perhatikan tabel berikut: <table><tr><th>Medium</th><th>Masa jenis</th><th>Capat Rambat Bunyi (m/s)</th></tr><tr><td>Udara (0°C)</td><td>1,2 kg/m³</td><td>331</td></tr><tr><td>Udara (20°C)</td><td>1,2 kg/m³</td><td>340</td></tr></table> Pada suatu ketika, seseorang mendengarkan kembali suaranya sebagai gema dari sebuah tembok setelah waktu 4 detik. Apabila y adalah perbandingan panas jenis udara pada tekanan dan volume konstan sedangkan orang tersebut mengetahui bahwa suhu saat itu 7 kelvin dan massa molar udara adalah M, maka orang tersebut dapat menentukan jarak tembok dengan persamaan apa dan konstanta tersebut dalam kegiatan ini dapat dimanfaatkan dalam apa?			Medium	Masa jenis	Capat Rambat Bunyi (m/s)	Udara (0°C)	1,2 kg/m ³	331	Udara (20°C)	1,2 kg/m ³	340
Medium	Masa jenis	Capat Rambat Bunyi (m/s)										
Udara (0°C)	1,2 kg/m ³	331										
Udara (20°C)	1,2 kg/m ³	340										
Materi Gelombang Bunyi												

Jawaban: Diketahui: $t = 4s$ Ditanya: $x, \dots ?$ Penyelesaian: $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ $x = v \cdot t$ $x = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \cdot 2$ $x = 2 \cdot \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ Cara lain dalam kegiatan sehari-hari seperti dapat dimanfaatkan dalam air, pemanfaatan sonar pada kapal, dan digunakan pada beberapa alat medis	
--	--

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	7	1. Menjelaskan lintangan lebih akurat 2. Mampu memberikan kesimpulan logis dari sebuah permasalahan	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi		Soal 7. Seorang pembusi alat musik sedang bereksperimen dengan berbagai jenis kawat untuk digunakan sebagai dawai. Dia mencoba kawat dengan massa jenis yang berbeda namun dengan efektivitas terhadap frekuensi rendah. Jika dibuat sebuah percobaan seperti kawat yang panjangnya 80 cm dan massanya 16 gram dipegang kedua ujungnya dan lerentang tegang dengan tegangan 800 N. Tentukan! a. frekuensi nada atas keenam b. bagaimana pengaruh massa dawai terhadap frekuensi yang dihasilkan berdasarkan persamaan yang kalian gunakan?	

Jawaban:**Diketahui:**

$$l = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$m = 16 \text{ gr} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$F = 800 \text{ N}$$

$$\text{Ditanya: } f_1 \dots ?$$

Pemecahannya:

$$\text{a. } f_1 = 2 \cdot f_6$$

$$f_1 = 2 \cdot \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F \cdot l}{m}}$$

$$f_1 = \frac{1}{0,8} \cdot \sqrt{\frac{800 \cdot 0,8}{16 \cdot 10^{-3}}}$$

$$f_1 = \frac{10}{8} \cdot \sqrt{\frac{640}{16 \cdot 10^{-3}}}$$

$$f_1 = \frac{10}{8} \cdot \sqrt{40 \cdot 10^3}$$

$$f_1 = \frac{10}{8} \cdot 2 \cdot 10^2$$

$$f_1 = 250 \text{ Hz}$$

- b. Mengacu dari persamaan yang ada rumus persamaan dari Intensi Suara, gaya tegangan tali akan berbanding lurus terhadap frekuensi. Sedangkan massa tali akan berbanding terbalik dengan frekuensi yang dihasilkan.

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	8	- Menjelaskan hubungan sebab akibat dari sebuah permasalahan - Mampu memberikan kesimpulan logis - Menunjukkan cara sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya.		Soal 8. Seorang menggetarkan dawai sepanjang 1 m diberi tegangan 100 N, pada saat dawai digetarkan dengan frekuensi 500 Hz, di sepanjang dawai terbentuk 10 perut. Tentukan! a. massa dawai tersebut b. jika kalian ramai dalam kehidupan, setiap kalian melakukan gerak selalu menghasilkan bunyi tentu kalian sadari. Apakah bagaimana bunyi itu bisa tercipta dan mengapa dawai yang digetarkan bisa menghasilkan bunyi?	
Materi Gelombang Bunyi			

Jawaban:**Diketahui:**

$$\begin{aligned}
 l &= 1 \text{ m} \\
 F &= 100 \text{ N} \\
 f_0 &= 500 \text{ Hz} = 10 \text{ Perut} \\
 \text{Ditanya: } m &= ? \\
 \text{Penyelesaian:} \\
 a. \quad f_n &= (n + 1)f_0 \\
 f_0 &= 10f_0 \\
 500 &= 10f_0 \\
 f_0 &= 50 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

$$f_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F \cdot l}{m}}$$

$$50 = \frac{1}{2 \cdot 1} \sqrt{\frac{100 \cdot 1}{m}}$$

$$100 = \frac{10}{\sqrt{m}}$$

$$\sqrt{m} = \frac{10}{100}$$

$$m = \frac{1}{100} \text{ kg}$$

$$m = 10 \text{ gr}$$

- b. Bunyi bisa dihasilkan ketika udara di sekitar bergetar. Misalnya pada dawai, dawai digetarkan dan kemudian udara disekitar dawai ikut bergetar dan menghasilkan bunyi. Bunyi di udara kemudian ditransmisikan melalui udara sehingga bisa terdengar oleh telinga pendengar.

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	9	1. Mampu mengidentifikasi ciri-ciri kitaran dari pipa organa 2. Mampu mendiskusikan dari sebuah permasalahan kitaran di sekitar kita melalui persamaan 3. Mampu membandingkan perbedaan antara dua objek	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan penguatannya.		Soal 9. Seorang mahasiswa fisika sedang melakukan percobaan dengan pipa organa untuk mempelajari perbedaan antara pipa tertutup dan pipa terbuka. Jika terdapat sebuah pipa organa tertutup sepanjang 60 cm. Jika cepat rambat bunyi 340 ms, maka... a. nada satu ketiga b. nada satu kelima c. bagaimana jika kedua nada tadi terjadi pada pipa organa terbuka?	
Materi Gelombang Bunyi			

Jawaban:**Diketahui:**

Fungsi pipa organa tertutup adalah : $f_n = n$ $f_2 = n$ $\left(\frac{v}{4L}\right)$

- Nada dasar harmonik pertama

$$f_1 = \frac{v}{4L} = \frac{340}{4(0,6)} = \frac{340}{2,4} = 141,7 \text{ Hz}$$

- Nada satu ketiga harmonik ketiga

$$f_3 = 3f_1 = 3(141,7) = 425,1 \text{ Hz}$$

- Nada satu kelima harmonik ke kedua

$$f_5 = 5f_1 = 5(141,7) = 708,5 \text{ Hz}$$

- Frekuensi yang dihasilkan akan berubah

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi!	10	- Menjelaskan hubungan sebab akibat dari sebuah permasalahan - Mampu memberikan kesimpulan logis - Menerapkan dan sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui penalaran	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi		Soal 10. Pipa organa terbuka yang panjangnya 25 cm menghasilkan frekuensi nada dasar sama dengan frekuensi yang dihasilkan oleh dawui yang panjangnya 150 cm. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s dan cepat rambat gelombang transversal pada dawui adalah 510 m/s, Tentukan! a. nada yang dihasilkan dawui b. bagaimana pengaruh panjangnya dawui terhadap nada yang dihasilkan?	

Jawaban:**Diketahui:**

$$l_{\text{organa}} = 25 \text{ cm}$$

$$l_{\text{dawui}} = 150 \text{ cm}$$

$$\text{Ditanya: } n, \dots ?$$

Penyelesaian:

a.

- Frekuensi nada dasar pipa organa terbuka

$$f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{340}{2 \cdot (0,25)} = \frac{340}{0,5} = 680 \text{ Hz}$$

- Frekuensi nada dawui

$$f_n' = \frac{v'}{2L'} = \frac{n \cdot 510}{2 \cdot (1,5)} = \frac{n \cdot 510}{3} = n \cdot 170 \text{ Hz}$$

$$\text{Maka:}$$

$$680 = n \cdot 170$$

$$n = \frac{680}{170}$$

$$n = 4 \text{ nada atas ketiga}$$

- b. Berdasarkan persamaan yang ada pada pipa organa terbuka, panjang pipa akan berbanding terbalik dengan besar frekuensi yang dihasilkan. Semakin panjang pipa, maka akan semakin kecil frekuensi yang dihasilkan, begitupun sebaliknya.

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menjelaskan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	11	Mengelaborasi sebab-akibat dari sebuah kasus berdasarkan permasalahan yang diindikasikan	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi Asosiatif	Soal 11. Perhatikan gambar berikut!  Suatu ketika, Andi sedang berjalan-jalan di Jalan Raya untuk menikmati suasana sore di kota. Tidak berselang lama, Andi tiba-tiba mengalami gangguan dalam menikmati lautan senyap karena suara mobil <i>car horn</i> semakin merambat. Ketika mobil tersebut semakin mendekat, suara semakin semakin jelas. Jelaskan bagaimana peristiwa itu bisa terjadi Jawaban: Peristiwa Efek Doppler merupakan peristiwa naik atau turunnya frekuensi gelombang bunyi yang sedang diterima bunyi ketika sumber bunyi bergerak mendekati atau menjauh. Pada saat sumber suara diam, kedua penerima mendengar besor frekuensi yang sama. Saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya. Hal tersebutlah yang menyebabkan Andi mendengar suara <i>car horn</i> menjadi semakin keras ketika mendekatnya.		

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menjelaskan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	12	1. Mengaplikasikan konsep secara umum 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Memfikirkan dari sebuah permasalahan kemudian di selidiki melalui persamaan	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi	Soal 12. Seorang Pilot yang pesawat terbangnya menuju ke sebuah bandara mendengar bunyi sirine pesawat dengan frekuensi 2000 Hz. Jika sirine pesawat tersebut dengan frekuensi 1700 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, Tentukan! a. Berapakah pesawat terbang? b. bagaimana frekuensi bunyi sirine yang diterima Pilot jika pesawatnya menjauhi bandara?		

Jawaban:

Diketahui:
 $f_s = 2000 \text{ Hz}$
 $f_p = 1700 \text{ Hz}$
 $v = 340 \text{ m/s}$
 $v_s = 0$
 Ditanya: $v_p = ?$

Penyelesaian:

a.

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

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

$$2000 = \frac{340 + v_p}{340} 1700$$

$$\frac{2000}{1700} = \frac{340 + v_p}{340}$$

$$\frac{20}{17} = \frac{340 + v_p}{340}$$

$$v_p = 400 - 340$$

$$v_p = 60 \text{ m/s}$$

b. Jika pilot semakin menjauh sirine, maka frekuensi yang didrumsnya juga akan semakin kecil seiring dengan perubahan jaraknya menjauh sirini. Ini termasuk dapat dijelaskan dengan persamaan yang dijelaskan pada persamaan efek Doppler.

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	13	1. Mengaplikasikan konsep secara umum 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Memfikirkan dari sebuah permasalahan kemudian di selidiki melalui persamaan	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi		Soal 13. Sebuah mobil ambulans bergerak dengan kelajuan 144 km/jam sambil membunyikan sirine dengan frekuensi 2000 Hz. Sebuah sepeda motor bergerak dengan kelajuan 40 m/s berlawanan arah kemudian berpapasan dengan mobil ambulans. Jika cepat rambat bunyi di udara adalah 320 m/s, maka Tentukan! a. perbandingan frekuensi yang didengar oleh pengendara sepeda motor saat mendekati dan menjauhi mobil ambulans b. setelah kalian amat dari persamaan efek Doppler dan percobaan yang kalian lakukan, jelaskan bagaimana hubungan antara kecepatan sumber bunyi terhadap frekuensi yang didengar pendengar?	

Jawaban:

Diketahui:

$$v_s = 144 \text{ km/jam} = 40 \text{ m/s}$$

$$f_s = 2100 \text{ Hz}$$

$$v_p = 40 \text{ m/s}$$

$$v = 320 \text{ m/s}$$

$$\text{Ditanya: } f_{p1} = f_{p2} = ?$$

Penyelesaian:

a.

- Saat sumber bunyi dan pengendara saling mendekati

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

- Saat sumber bunyi dan pengendara saling menjauhi

$$f_{p2} = \frac{v - v_p}{v + v_s} f_s$$

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

$$f_{p2} = \frac{v - v_p}{v + v_s} f_s$$

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v - v_s} f_s$$

- b. Apabila seorang pendengar yang diam mendengar bunyi dari sumber bunyi yang diam, maka pendengar akan mendengar bunyi dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi sumbernya (teknisme sumber). Apabila pendengar dan atau sumber bunyi bergerak maka pendengar akan mendengar bunyi dengan frekuensi yg berbeda dengan frekuensi sumber yang dinyatakan dengan persamaan efek Doppler.

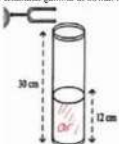
Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	14	1. Menjelaskan hubungan sebab akibat dari sebuah permasalahan 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Menerapkan dan sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui penemuan	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi		Soal 14. Mobil A mendekati pengamat P (diam) dengan kecepatan 30 m/s sambil menyemburkan sirine berfrekuensi 504 Hz. Saat itu juga mobil B mendekati P dari arah yang berlawanan dengan A, pada kecepatan 70 m/s sambil menyemburkan sirine berfrekuensi 518 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara 300 m/s, maka ... a. Tarikan sedang, berlibit bermula gitar di rumahmu. Di kamar yang sama, ada sebuah notakasa yang berdetak dengan frekuensi tertentu. Tarikan mencoba untuk menyelaraskan nada gitar yang ia mainkan dengan detak notakasa tersebut. Namun, ia mendengar adanya fluktuasi dalam volume suara yang ia dengar, yang naik dan turun secara periodik. Dari peristiwa yang dialami tarikan tersebut, tentukan kesimpulan bagaimana peristiwa pelarian bunyi bisa terjadi. b. Berikutila bayangan yang didengar oleh pendengar P	

Jawaban: Diketahui: $f_A = 504 \text{ Hz}$ $f_B = 518 \text{ Hz}$ $v_A = 30 \text{ m/s}$ $v_B = 70 \text{ m/s}$ Ditanya: $f_{PA}, \dots$ Penyelesaian:
a. pelarian adalah peristiwa 2 bunyi, kerna ada bunyi yang terjadi beraturan, jika kedua gelombang bunyi merambat secara bersamaan, bunyi yang kuat akan terjadi ketika fase keduanya sama, jika kedua bunyi terjadi pada fase yang berlawanan, maka akan menghasilkan bunyi yang lemah karena akan saling mengimbangi. Sama seperti yang terjadi pada tarikan, peristiwa tersebut merupakan peristiwa pelarian bunyi. b. $f_p = \frac{v}{v - v_s} f_s$ $f_{pA} = \frac{v}{v - v_A} f_A$ $f_{pA} = \frac{300}{300 - 30} \cdot 504$ $f_{pA} = \frac{300}{270} \cdot 504$ $f_{pA} = 560 \text{ Hz}$ $f_{pB} = \frac{v}{v - v_B} f_B$ $f_{pB} = \frac{300}{300 - 70} \cdot 518$ $f_{pB} = \frac{300}{230} \cdot 518$ $f_{pB} = 555 \text{ Hz}$ $f_i = 560 - 555$ $f_i = 5 \text{ Hz}$

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menjelaskan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi!	16	Mampu memberikan penjelasan konsep secara umum dan memberikan kesimpulan logis.	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya.		Soal 16. Suatu ketika satu turan hujan, Agus sedang duduk di ruang tamu. Ia mengamati bagaimana hujan turun di setiap tetapan. tiba-tiba terdengar suara halilintar menyambar dan menggetarkan kaca jendela rumahnya. Jelaskan bagaimana terjadinya peristiwa semacam pada peristiwa tersebut! apakah ketika halilintar menyambar satu kedah lainnya akan menggetarkan kaca jendela lagi?	
Materi Gelombang Bunyi			

Jawaban:

Peristiwa tersebut merupakan peristiwa resonansi. Resonansi bunyi adalah peristiwa diart beberapa suatu benda akibat getaran yang ditimbulkan oleh sumber bunyi. Resonansi bunyi hanya dapat terjadi jika suatu benda memiliki frekuensi alami yang sama dengan frekuensi alami sumber bunyi yang bergerak. Selain benda, udara atau gas di sekitar sumber bunyi juga dapat beresonansi, asalkan memiliki frekuensi yang sama dengan frekuensi alami sumber bunyi. Ketika terjadi peristiwa kedua, belum tentu kaca akan bergetar, dikarenakan belum tentu petir yang kedua memiliki frekuensi yang sama dengan petir yang pertama.

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	17	1. Mampu membandingkan dan membedakan perbedaan dua objek 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Melakukan dan menggunakan permasalahan menggunakan persamaan	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi	Soal Perhatikan gambar di bawah ini  Jika frekuensi garpu tala yang digunakan adalah 300 Hz, pada saat terjadi resonansi 1, tinggi kolom air akan terlihat pada gambar. Berilah! a. cepat rambat gelombang bunyi b. Jika frekuensi garpu tala diperkecil, apa yang terjadi?		

Jawaban: Diketahui: $f = 300 \text{ Hz}$ $\text{Resonansi} = 1$ $l = \frac{(2n-1)}{4} \cdot \lambda$ $l = \frac{1}{4} \lambda$ $l = 18 \text{ cm}$ Ditanya: $v = \dots ?$ Jawab: $l_1 = \frac{1}{4} \lambda$ $18 = \frac{1}{4} \lambda$ $\lambda = 72 \text{ cm}$ $\lambda = 72 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $v = \lambda \cdot f$ $v = 72 \cdot 10^{-2} \cdot 300$ $v = 216 \text{ m/s}$ b. Jika frekuensi garpu tala diperkecil maka cepat rambat gelombang bunyi juga akan semakin mengecil

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	18	- Menjelaskan hubungan sebab akibat dari sebuah permasalahan - Mampu memberikan kesimpulan logis - Meniadakan dua sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya.		Soal Sebuah tabung resonansi menghasilkan suara dengungan keras untuk kedua kalinya pada saat panjang kolom udara 51 cm. bila frekuensi garputala yang digunakan adalah 500 Hz. Tentukan! a. Cepat rambat udara di dalam tabung tersebut b. Bagaimana hubungan antara panjang kolom udara terhadap bunyi yang dihasilkan?	
Materi Gelombang Bunyi			

Jawaban:

Diketahui:

 $l = 51 \text{ cm}$

Resonansi kedua

Ditanya: λ ... ?

Penyelesaian:

a.

$$l = \frac{\lambda}{4}$$

$$\lambda = \frac{4l}{3}$$

$$\lambda = \frac{4 \cdot 51}{3}$$

$$\lambda = \frac{4}{3}$$

$$\lambda = 4,37$$

$$\lambda = 68 \text{ cm}$$

$$\lambda = 0,68 \text{ m}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$v = \frac{68}{100} \cdot 500 \text{ Hz}$$

$$v = 68 \cdot 5$$

$$340 \text{ m/s}$$

b. Semakin panjang kolom udara, maka semakin kecil bunyi yang dihasilkan

Capaian Pembelajaran (CP)	No. Soal	Indikator Pemahaman Konsep	Sumber
Peserta didik mampu memahami konsep dan prinsip Gelombang Bunyi!	9	1. Memberikan konsep secara umum 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Menafsirkan dari sebuah permasalahan kemudian di selesaikan melalui persamaan 4. Menyimpulkan perbedaan antara dua objek	
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi		Soal Suaras bual sirine yang identik dibunyikan serentak menghasilkan taraf intensitas bunyi 70 dB. Jika intensitas suaras bunyi 10^{-12} W/m^2. Tentukan! a. Intensitas bunyi satu buah sirine b. Bagaimana jika hanya terdapat 50 sirine yang berbunyi?	

Jawaban: Diketahui: $P_{100} = 70 \text{ dB}$ $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ Ditanya: I_1 ...? Penyelesaian: a. $P_1 = P_0 + 10 \log n$ $P_{100} = P_1 + 10 \log 100$ $70 = P_1 + 10 \log 100$ $70 - 20 = P_1$ $P_1 = 50 \text{ dB}$ $P_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$ $50 = 10 \log \frac{I_1}{10^{-12}}$ $\log 10^5 = \log \frac{I_1}{10^{-12}}$ $10^5 = \frac{I_1}{10^{-12}}$ $I_1 = 10^5 \cdot 10^{-12}$ $I_1 = 10^{-7} \text{ W/m}^2$ b. Jika sirine yang berbunyi hanya 50 maka intensitas bunyi akan berubah secara logaritmik berkurang	
--	--

Capaian Pembelajaran (CP) Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip Gelombang Bunyi	No. Soal 20	Indikator Pemahaman Konsep 1. Memberikan konsep secara umum 2. Mampu memberikan kesimpulan logis 3. Menafsirkan dari sebuah permasalahan kemudian di selesikan melalui persamaan 4. Menyimpulkan perbedaan antara dua objek	Sumber
TP Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya. Materi Gelombang Bunyi		Soal Tarauf intensitas bunyi sebuah mesin adalah 60 dB (dengan acuan intensitasambang pendengaran 10^{-12} W/m^2). Jika terdapat intensitas di ruang pabrik yang menggunakan sejumlah mesin tersebut adalah 80 dB. Tentukan! a. Jumlah mesin yang digunakan b. Bagaimana pengaruh jumlah sumber bunyi terhadap tarauf intensitas yang dihasilkan?	

Jawaban:
Diketahui:
 $\beta = 60 \text{ dB}$
 $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$
 $\beta_2 = 80 \text{ dB}$
Ditanyakan: $n = ?$
Penyelesaian:
a. $\beta = 10 \log(I/I_0)$ untuk satu sumber
 $\beta_2 = 10 \log(I_2/I_0)$ untuk beberapa sumber
 $\beta_2 = 10 \log n + 10 \log(I/I_0)$
 $\beta_2 = 10 \log n + \beta$
 $80 = 10 \log n + 60$
 $10 \log n = 20$
 $\log n = 2$
 $2 \log 10 = 2$
 $\log 10^2 = 2$
 $n = 100$
b. Jika sumber bunyi lebih banyak, maka bunyi akan berubah secara logaritmik

Lampiran 18

Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

ANGKET VALIDATOR AHLI MATERI

KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek kelayakan isi	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek kebahasaan	7,8,9	3

Instrumen penilaian diadaptasi dari:

ANGKET VALIDATOR AHLI MEDIA**KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI**

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek penyajian	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek tampilan	7,8,9,10,11	5

Lampiran 19

Kisi-Kisi Lembar Validasi Instrumen Tes Pemahaman Konsep

ANGKET VALIDATOR AHLI MATERI

KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek kelayakan isi	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek kebahasaan	7,8,9	3

Instrumen penilaian diadaptasi dari:

Lampiran 20

Petunjuk Pengisian Lembar Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

INSTRUMEN VALIDASI MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Pada Materi Gelombang Bunyi, maka dimaksudkan untuk mengadakan validasi LKPD ini. Dimohon kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket di bawah ini sebagai validator. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan LKPD dan sebagai pengukur kelayakan LKPD sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu atas kesediaan sebagai validator pada LKPD ini.

B. Identitas Ahli

Nama:

NIP:

Instansi:

Pendidikan:

C. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari LKPD yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (X) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas LKPD tersebut.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.

D. Instrumen Penilaian

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Kelayakan Isi			
1.	Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran	5	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		4	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		3	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		2	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		1	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak sesuai dengan Capaian Pembelajaran

Lampiran 21

Petunjuk Pengisian Lembar Validasi Instrumen Tes

LEMBAR VALIDASI SOAL

Judul Skripsi : PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
MENGUNAKAN PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, AND MATHEMATICS* (STEM) BERBANTUAN
APLIKASI *PHYPHOX* PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Nama : Ali Khusan Al Farishi
NIM : 2008065019
Nama Validator : Istikomah, M.Sc.
NIP : 199011262019032021
Asal Instansi : Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo

A. PETUNJUK VALIDASI

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu untuk membaca atau mempelajari instrumen tes/soul (terlampir).
2. Mohon Bapak/ Ibu untuk memberikan skor pada setiap pertanyaan dengan memberikan tanda (✓) pada kolom dengan skala penilaian terdapat pada tabel berikut:

Nilai	Keterangan
4	Sangat Setuju (SS)
3	Setuju (S)
2	Tidak setuju (TS)
1	Sangat tidak setuju (ST)

3. Mohon Bapak/ Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang telah disediakan.

Lampiran 22

Angket Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama :

NIP :

Instansi :

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Bunyi" yang telah disusun oleh mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farishi

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang,
Validator,

.....
NIP.

ANGKET VALIDATOR AHLI MATERI

KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek kelayakan isi	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek kebahasaan	7,8,9	3

Instrumen penilaian diadaptasi dari:

INSTRUMEN VALIDASI MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Pada Materi Gelombang Bunyi, maka dimaksudkan untuk mengadakan validasi LKPD ini. Dimohon kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket di bawah ini sebagai validator. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan LKPD dan sebagai pengukur kelayakan LKPD sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu atas kesediaan sebagai validator pada LKPD ini.

B. Identitas Ahli

Nama:

NIP:

Instansi:

Pendidikan:

C. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari LKPD yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (X) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas LKPD tersebut.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.

D. Instrumen Penilaian

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Kelayakan Isi			
1.	Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran	5	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		4	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		3	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		2	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		1	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak sesuai dengan Capaian Pembelajaran
2.		5	Isi dan kegiatan dalam LKPD sangat jelas dan dapat digunakan dengan sangat baik oleh peserta

No	Komponen	Skor	Deskripsi
	Kesesuaian isi LKPD dengan kemampuan dan kebutuhan peserta didik		didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		4	Isi dan kegiatan dalam LKPD jelas dan dapat digunakan dengan baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		3	Isi dan kegiatan dalam LKPD cukup jelas dan dapat digunakan dengan cukup baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		2	Isi dan kegiatan dalam LKPD kurang jelas dan dapat digunakan dengan kurang baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		1	Isi dan kegiatan dalam LKPD tidak jelas dan dapat digunakan dengan tidak baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
3.	Kebermanfaatan kegiatan untuk menambah pengetahuan	5	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		4	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		3	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		2	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		1	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
4.	Alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah di dapat	5	Jika alat dan bahan dalam LKPD sangat jelas, lengkap, dan mudah didapat
		4	Jika alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah didapat
		3	Jika alat dan bahan dalam LKPD cukup jelas, cukup lengkap, dan cukup mudah didapat
		2	Jika alat dan bahan dalam LKPD kurang jelas, kurang lengkap, dan kurang mudah didapat
		1	Jika alat dan bahan dalam LKPD tidak jelas, tidak lengkap, sulit didapat
5.	Isi dan kegiatan dalam LKPD mengarah pada aspek <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM)	5	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		4	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		3	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD cukup mengarah pada aspek STEM

No	Komponen	Skor	Deskripsi
6.	LKPD memuat instruksi yang sudah mengarah pada aspek <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM)	2	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
		1	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD belum mengarah pada aspek STEM
		5	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		4	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		3	Jika seluruh instruksi dalam LKPD cukup mengarah pada aspek STEM
		2	Jika seluruh instruksi dalam LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
		1	Jika seluruh instruksi dalam LKPD tidak mengarah pada aspek STEM
Aspek Kebahasaan			
7.	LKPD menggunakan bahasa Indonesia yang baku sesuai PUEBI	5	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat sesuai dengan PUEBI
		4	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sesuai dengan PUEBI
		3	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup sesuai dengan PUEBI
		2	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang sesuai dengan PUEBI
		1	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak sesuai dengan PUEBI
8.	LKPD menggunakan istilah fisika yang tepat dan benar	5	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD sangat tepat dan benar
		4	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tepat dan benar
		3	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD cukup tepat dan benar
		2	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD kurang tepat dan benar
		1	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tidak tepat dan benar
9.	Bahasa yang digunakan dalam LKPD efektif dan sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik	5	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat komunikatif, interaktif dan sangat sesuai dengan kemampuan peserta didik
		4	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD komunikatif, interaktif dan sesuai dengan kemampuan peserta didik
		3	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup komunikatif, interaktif dan cukup sesuai dengan kemampuan peserta didik
		2	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang komunikatif, interaktif dan kurang sesuai dengan kemampuan peserta didik

No	Komponen	Skor	Deskripsi
		1	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak komunikatif, tidak interaktif dan tidak sesuai dengan kemampuan peserta didik

No.	Kritik dan Saran

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi

Gelombang Bunyi

Beri tanda cek (✓)

Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan dengan revisi kecil	
Disarankan tidak dipergunakan	
Belum dapat dipergunakan	

Semarang,
Validator,

.....
NIP.

KRITERIA VALIDITAS MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

$$V = \frac{\sum S}{n(C-1)}$$

Keterangan:

- V = Indeks validitas isi
 S = $r - I_0$
 I_0 = Skor penilaian terendah
 n = Jumlah Validator
 C = Skor penilaian tertinggi
 r = Skor dari validator

Indeks	Kategori Validitas
$0,8 \leq V < 1,0$	Sangat Tinggi
$0,6 \leq V < 0,8$	Tinggi
$0,4 \leq V < 0,6$	Sedang
$0,2 \leq V < 0,4$	Rendah
$0 \leq V < 0,2$	Sangat Rendah

ANGKET VALIDATOR AHLI MEDIA

KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek penyajian	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek tampilan	7,8,9,10,11	5

INSTRUMEN VALIDASI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Penyajian			
1	Urutan sajian dalam LKPD runtut	5	Jika sajian dalam LKPD sangat runtut
		4	Jika sajian dalam LKPD runtut
		3	Jika sajian dalam LKPD cukup runtut
		2	Jika sajian dalam LKPD kurang runtut
		1	Jika sajian dalam LKPD tidak runtut
2	Tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci	5	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat jelas dan sangat rinci
		4	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci
		3	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup jelas dan cukup rinci
		2	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang jelas dan kurang rinci
		1	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak jelas dan tidak rinci
3	Terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari	5	Jika terdapat daftar isi yang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		4	Jika terdapat daftar isi yang lengkap tetapi petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		3	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		2	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		1	Jika tidak terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan
4	Penyajian permasalahan dan kegiatan dalam LKPD sesuai dengan materi	5	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sangat sesuai dengan materi
		4	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sesuai dengan materi
		3	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan cukup sesuai dengan materi
		2	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan kurang sesuai dengan materi
		1	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan tidak sesuai dengan materi
5	Kegiatan yang disajikan dalam LKPD dapat membantu peserta didik menemukan konsep	5	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat membantu peserta didik menemukan konsep
		4	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD membantu peserta didik menemukan konsep
		3	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup membantu peserta didik menemukan konsep
		2	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang membantu peserta didik menemukan konsep

No	Komponen	Skor	Deskripsi
6	Tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik	1	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak membantu peserta didik menemukan konsep
		5	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD sangat menarik
		4	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik
		3	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD cukup menarik
		2	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD kurang menarik
1	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD tidak menarik		
Aspek Tampilan			
7	Penggunaan jenis huruf dan ukuran jelas, konsisten, dan menarik	5	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf sangat jelas, konsisten dan sangat menarik
		4	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf jelas, konsisten dan menarik
		3	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf cukup jelas, cukup konsisten dan cukup menarik
		2	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf kurang jelas, kurang konsisten dan kurang menarik
		1	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf tidak jelas, tidak konsisten dan tidak menarik
8	Layout atau tata letak rapi dan konsisten	5	Jika Layout atau tata letak sangat rapi dan konsisten
		4	Jika Layout atau tata letak rapi dan konsisten
		3	Jika Layout atau tata letak cukup rapi dan cukup konsisten
		2	Jika Layout atau tata letak kurang rapi dan kurang konsisten
		1	Jika Layout atau tata letak tidak rapi dan tidak konsisten
9	Ilustrasi/gambar jelas	5	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD sangat jelas
		4	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD jelas
		3	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD cukup jelas
		2	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD kurang jelas
		1	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD tidak jelas
10	Desain tampilan menarik	5	Desain tampilan LKPD sangat menarik
		4	Desain tampilan LKPD menarik
		3	Desain tampilan LKPD cukup menarik
		2	Desain tampilan LKPD kurang menarik
		1	Desain tampilan LKPD tidak menarik
11	Ilustrasi sampul menarik dan menggambarkan isi/materi dalam LKPD	5	Jika ilustrasi sampul LKPD sangat menarik dan sangat menggambarkan isi yang disampaikan
		4	Jika ilustrasi sampul LKPD menarik dan menggambarkan isi yang disampaikan
		3	Jika ilustrasi sampul LKPD cukup menarik dan cukup menggambarkan isi yang disampaikan
		2	Jika ilustrasi sampul LKPD kurang menarik dan kurang menggambarkan isi yang disampaikan
		1	Jika ilustrasi sampul LKPD tidak menarik dan tidak menggambarkan isi yang disampaikan
JUMLAH			

No.	Kritik dan Saran

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi
Gelombang Bunyi

Beri tanda cek (√)

Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan dengan revisi kecil	
Disarankan tidak dipergunakan	
Belum dapat dipergunakan	

Semarang,
Validator,

.....
NIP.

KRITERIA VALIDITAS MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

$$V = \frac{\sum S}{n(C-1)}$$

Keterangan:

- V = Indeks validitas isi
 S = $r - I_0$
 I_0 = Skor penilaian terendah
 n = Jumlah Validator
 C = Skor penilaian tertinggi
 r = Skor dari validator

Indeks	Kategori Validitas
$0,8 \leq V < 1,0$	Sangat Tinggi
$0,6 \leq V < 0,8$	Tinggi
$0,4 \leq V < 0,6$	Sedang
$0,2 \leq V < 0,4$	Rendah
$0 \leq V < 0,2$	Sangat Rendah

Lampiran 23

Lembar Validasi Instrumen Tes Pemahaman Konsep

LEMBAR VALIDASI SOAL

Judul Skripsi	PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) MENGENAikan PENDERATAN <i>SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM)</i> BERBANTUAN APLIKASI <i>PHYSIOX</i> PADA MATERI GELOMBANG BUNYI
Nama	Ali Khasan Al Farisli
NIM	2008060019
Nama Validator	
NIP	
Asal Instansi	

A. PETUNJUK VALIDASI

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu untuk membaca atau mempelajari instrumen tes/soal (terlampir).
2. Mohon Bapak/ Ibu untuk memberikan skor pada setiap pertanyaan dengan memberikan tanda (✓) pada kolom dengan skala penilaian terdapat pada tabel berikut:

Nilai	Keterangan
4	Sangat Setuju (SS)
3	Setuju (S)
2	Tidak setuju (TS)
1	Sangat tidak setuju (ST)

3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang telah disediakan.

B. LEMBAR VALIDASI

[illegible]

No	Kriteria Penilaian	Nomor Soal																			
		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20	
		Skor																			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	tidak menambahkan peserta didik pada guru																				
12	Bahasa yang digunakan kecerdasan sebagai media digunakan secara																				
13	Penggunaan bahasa yang digunakan secara dengan tingkat berpikir siswa																				

Komentar dan Saran

Seluruhnya,
Validator,

.....
NIP.

Lampiran 24

Hasil Validasi Angket Ahli Materi dan Ahli Media

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Dr. Susilawati, M.Pd.

NIP : 198605122019032010

Instansi : Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Bunyi" yang telah disusun oleh mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farishi

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 4 April 2024
Validator,



Dr. Susilawati, M.Pd.
NIP. 198605122019032010

ANGKET VALIDATOR AHLI MATERI

KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek kelayakan isi	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek kebahasaan	7,8,9	3

Instrumen penilaian diadaptasi dari:

INSTRUMEN VALIDASI MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Pada Materi Gelombang Bunyi, maka dimaksudkan untuk mengadakan validasi LKPD ini. Dimohon kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket di bawah ini sebagai validator. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan LKPD dan sebagai pengukur kelayakan LKPD sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu atas kesediaan sebagai validator pada LKPD ini.

B. Identitas Ahli

Nama:

NIP:

Instansi:

Pendidikan:

C. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari LKPD yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas LKPD tersebut.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.

D. Instrumen Penilaian

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Kelayakan Isi			
1.	Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran	5	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		X	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		3	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		2	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		1	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak sesuai dengan Capaian Pembelajaran
2.		X	Isi dan kegiatan dalam LKPD sangat jelas dan dapat digunakan dengan sangat baik oleh peserta

No	Komponen	Skor	Deskripsi
	Kecapaian isi LKPD dengan kemampuan dan kebutuhan peserta didik		didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		4	Isi dan kegiatan dalam LKPD jelas dan dapat digunakan dengan baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		3	Isi dan kegiatan dalam LKPD cukup jelas dan dapat digunakan dengan cukup baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		2	Isi dan kegiatan dalam LKPD kurang jelas dan dapat digunakan dengan kurang baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		1	Isi dan kegiatan dalam LKPD tidak jelas dan dapat digunakan dengan tidak baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
3.	Kebermanfaatan kegiatan untuk menambah pengetahuan	5	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		☒	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		3	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		2	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		1	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
4.	Alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah di dapat	5	Jika alat dan bahan dalam LKPD sangat jelas, lengkap, dan mudah didapat
		4	Jika alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah didapat
		☒	Jika alat dan bahan dalam LKPD cukup jelas, cukup lengkap, dan cukup mudah didapat
		2	Jika alat dan bahan dalam LKPD kurang jelas, kurang lengkap, dan kurang mudah didapat
		1	Jika alat dan bahan dalam LKPD tidak jelas, tidak lengkap, sulit didapat
5.	Isi dan kegiatan dalam LKPD mengarah pada aspek <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM)	5	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		4	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		☒	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD cukup mengarah pada aspek STEM

No	Komponen	Skor	Deskripsi
6.	LKPD memuat instruksi yang sudah mengarah pada aspek <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM)	2	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
		1	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD belum mengarah pada aspek STEM
		5	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		X	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		3	Jika seluruh instruksi dalam LKPD cukup mengarah pada aspek STEM
		2	Jika seluruh instruksi dalam LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
		1	Jika seluruh instruksi dalam LKPD tidak mengarah pada aspek STEM
		Aspek Kebahasaan	
7.	LKPD menggunakan bahasa Indonesia yang baku sesuai PUEBI	X	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat sesuai dengan PUEBI
		4	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sesuai dengan PUEBI
		3	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup sesuai dengan PUEBI
		2	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang sesuai dengan PUEBI
		1	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak sesuai dengan PUEBI
		8.	LKPD menggunakan istilah fisika yang tepat dan benar
		X	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tepat dan benar
		3	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD cukup tepat dan cukup benar
		2	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD kurang tepat dan kurang benar
		1	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tidak tepat dan tidak benar
9.	Bahasa yang digunakan dalam LKPD efektif dan sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik	X	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat komunikatif, interaktif dan sangat sesuai dengan kemampuan peserta didik
		4	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD komunikatif, interaktif dan sesuai dengan kemampuan peserta didik
		3	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup komunikatif, interaktif dan cukup sesuai dengan kemampuan peserta didik
		2	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang komunikatif, interaktif dan kurang sesuai dengan kemampuan peserta didik

No	Komponen	Skor	Deskripsi
		1	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak komunikatif, tidak interaktif dan tidak sesuai dengan kemampuan peserta didik

No.	Kritik dan Saran
	LKPD Gelombang bunyi melalui pendekatan STEM berbantuan Aplikasi Phypox dapat digunakan dalam pembelajaran. Diperlukan catatan untuk menambah kualitas & perbaikan LKPD ini: 1. Peta konsep didesain lebih rinci sampai ke persamaan matematis dan contoh. 2. LKPD ini penguatan dan sumber bunyi pada tahap Engineering tambahkan contoh aplikasi gelombang bunyi 3. LKPD 2 fungsi kan bantuan aplikasi Phypox 4. LKPD 3 fungsi kan penerapan hukum yg digunakan pada konsep Efek Doppler yg menguatkan aspek sains pada STEM

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi Gelombang Bunyi
Beri tanda cek (✓)

Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan dengan revisi kecil	✓
Disarankan tidak dipergunakan	
Belum dapat dipergunakan	

Semarang, 4 April 2019
Validator,

Dr. Susilawati, M.Pd.
NIP. 198605122019032010

KRITERIA VALIDITAS MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

$$V = \frac{\sum S}{n(C-1)}$$

Keterangan:

- V = Indeks validitas isi
- S = $r - I_0$
- I_0 = Skor penilaian terendah
- n = Jumlah Validator
- C = Skor penilaian tertinggi
- r = Skor dari validator

Indeks	Kategori Validitas
$0,9 \leq V < 1,0$	Sangat Tinggi
$0,6 \leq V < 0,9$	Tinggi
$0,4 \leq V < 0,6$	Sedang
$0,2 \leq V < 0,4$	Rendah
$0 \leq V < 0,2$	Sangat Rendah

ANGKET VALIDATOR AHLI MEDIA**KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI**

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek penyajian	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek tampilan	7,8,9,10,11	5

INSTRUMEN VALIDASI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Penyajian			
1	Urutan sajian dalam LKPD runtut	5	Jika sajian dalam LKPD sangat runtut
		☒	Jika sajian dalam LKPD runtut
		3	Jika sajian dalam LKPD cukup runtut
		2	Jika sajian dalam LKPD kurang runtut
		1	Jika sajian dalam LKPD tidak runtut
2	Tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci	5	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat jelas dan sangat rinci
		☒	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci
		3	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup jelas dan cukup rinci
		2	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang jelas dan kurang rinci
		1	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak jelas dan tidak rinci
3	Terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari	☒	Jika terdapat daftar isi yang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		4	Jika terdapat daftar isi yang lengkap tetapi petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		3	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		2	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		1	Jika tidak terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan
4	Penyajian permasalahan dan kegiatan dalam LKPD sesuai dengan materi	5	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sangat sesuai dengan materi
		☒	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sesuai dengan materi
		3	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan cukup sesuai dengan materi
		2	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan kurang sesuai dengan materi
		1	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan tidak sesuai dengan materi
5	Kegiatan yang disajikan dalam LKPD dapat membantu peserta didik menemukan konsep	5	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat membantu peserta didik menemukan konsep
		4	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD membantu peserta didik menemukan konsep
		☒	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup membantu peserta didik menemukan konsep
		2	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang membantu peserta didik menemukan konsep

No	Komponen	Skor	Deskripsi
6	Tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik	5	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak membantu peserta didik menemukan konsep
		4	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD sangat menarik
		3	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik
		2	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD cukup menarik
		1	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD kurang menarik
Aspek Tampilan			
7	Penggunaan jenis huruf dan ukuran jelas, konsisten, dan menarik	5	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf sangat jelas, konsisten dan sangat menarik
		4	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf jelas, konsisten dan menarik
		3	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf cukup jelas, cukup konsisten dan cukup menarik
		2	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf kurang jelas, kurang konsisten dan kurang menarik
		1	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf tidak jelas, tidak konsisten dan tidak menarik
8	Layout atau tata letak rapi dan konsisten	5	Jika Layout atau tata letak sangat rapi dan konsisten
		4	Jika Layout atau tata letak rapi dan konsisten
		3	Jika Layout atau tata letak cukup rapi dan cukup konsisten
		2	Jika Layout atau tata letak kurang rapi dan kurang konsisten
		1	Jika Layout atau tata letak tidak rapi dan tidak konsisten
9	Ilustrasi/gambar jelas	5	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD sangat jelas
		4	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD jelas
		3	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD cukup jelas
		2	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD kurang jelas
		1	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD tidak jelas
10	Desain tampilan menarik	5	Desain tampilan LKPD sangat menarik
		4	Desain tampilan LKPD menarik
		3	Desain tampilan LKPD cukup menarik
		2	Desain tampilan LKPD kurang menarik
		1	Desain tampilan LKPD tidak menarik
11	Ilustrasi sampul menarik dan menggambarkan isi/materi dalam LKPD	5	Jika ilustrasi sampul LKPD sangat menarik dan sangat menggambarkan isi yang disampaikan
		4	Jika ilustrasi sampul LKPD menarik dan menggambarkan isi yang disampaikan
		3	Jika ilustrasi sampul LKPD cukup menarik dan cukup menggambarkan isi yang disampaikan
		2	Jika ilustrasi sampul LKPD kurang menarik dan kurang menggambarkan isi yang disampaikan
		1	Jika ilustrasi sampul LKPD tidak menarik dan tidak menggambarkan isi yang disampaikan
JUMLAH			

No.	Kritik dan Saran
	LKPD Gelombang Bunyi sebagai media pembelajaran melalui Pendekatan STEM dapat digunakan sebagai media pembelajaran gelombang bunyi dengan beberapa catatan perbaikan: 1. Tambahkan beberapa gambar pada setiap pembahasan konsep tuliskan warna-warna yang 2. Tambahkan data khususnya pd aspek matematis 3. Tambahkan turunan persamaan y menggunakan aspt-sare 4. Tampilan LKPD dibuat lebih menarik dan berwarna agar tidak monoton

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi Gelombang Bunyi
Beri tanda cek (✓)

Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan dengan revisi kecil	✓
Disarankan tidak dipergunakan	
Belum dapat dipergunakan	

Semarang, 4 April 2019
Validator,



Dr. Susilawati, M.Pd.
NIP. 198605122019032010

KRITERIA VALIDITAS MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

$$V = \frac{\sum S}{n (C - 1)}$$

Keterangan:

- V = Indeks validitas isi
- S = $r - I_0$
- I_0 = Skor penilaian terendah
- n = Jumlah Validator
- C = Skor penilaian tertinggi
- r = Skor dari validator

Indeks	Kategori Validitas
$0.8 \leq V < 1.0$	Sangat Tinggi
$0.6 \leq V < 0.8$	Tinggi
$0.4 \leq V < 0.6$	Sedang
$0.2 \leq V < 0.4$	Rendah
$0 \leq V < 0.2$	Sangat Rendah

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Istikomah, M.Sc.

NIP : 199011262019032021

Instansi : Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Bunyi" yang telah disusun oleh mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farishi

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 24 April 2024
Validator,



Istikomah, M.Sc.
NIP. 199011262019032021

ANGKET VALIDATOR AHLI MATERI

KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek kelayakan isi	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek kebahasaan	7,8,9	3

Instrumen penilaian diadaptasi dari:

INSTRUMEN VALIDASI MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Pada Materi Gelombang Bunyi, maka dimaksudkan untuk mengadakan validasi LKPD ini. Dimohon kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket di bawah ini sebagai validator. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan LKPD dan sebagai pengukur kelayakan LKPD sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu atas kesediaan sebagai validator pada LKPD ini.

B. Identitas Ahli

Nama: Istikomah, M.Sc.
 NIP: 199011262019032021
 Instansi: UIN Walisongo
 Pendidikan: S2 Fisika

C. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari LKPD yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas LKPD tersebut.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.

D. Instrumen Penilaian

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Kelayakan Isi			
1.	Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran	☒	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		4	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		3	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		2	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		1	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak sesuai dengan Capaian Pembelajaran

No	Komponen	Skor	Deskripsi
2.	Kesesuaian isi LKPD dengan kemampuan dan kebutuhan peserta didik	5	Isi dan kegiatan dalam LKPD sangat jelas dan dapat digunakan dengan sangat baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		☒	Isi dan kegiatan dalam LKPD jelas dan dapat digunakan dengan baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		3	Isi dan kegiatan dalam LKPD cukup jelas dan dapat digunakan dengan cukup baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		2	Isi dan kegiatan dalam LKPD kurang jelas dan dapat digunakan dengan kurang baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		1	Isi dan kegiatan dalam LKPD tidak jelas dan dapat digunakan dengan tidak baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		☒	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
3.	Kebermanfaatan kegiatan untuk menambah pengetahuan	4	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		3	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		2	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		1	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		☒	Jika alat dan bahan dalam LKPD sangat jelas, lengkap, dan mudah didapat
		4	Jika alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah didapat
4.	Alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah di dapat	☒	Jika alat dan bahan dalam LKPD cukup jelas, cukup lengkap, dan cukup mudah didapat
		2	Jika alat dan bahan dalam LKPD kurang jelas, kurang lengkap, dan kurang mudah didapat
		1	Jika alat dan bahan dalam LKPD tidak jelas, tidak lengkap, sulit didapat
		☒	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
5.	Isi dan kegiatan dalam LKPD mengarah pada aspek Science, Technology	5	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		☒	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah mengarah pada aspek STEM

No	Komponen	Skor	Deskripsi
	<i>Engineering, and Mathematics (STEM)</i>	3	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD cukup mengarah pada aspek STEM
		2	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
		1	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD belum mengarah pada aspek STEM
6.	LKPD memuat instruksi yang sudah mengarah pada aspek <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)</i>	5	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		4	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		3	Jika seluruh instruksi dalam LKPD cukup mengarah pada aspek STEM
		2	Jika seluruh instruksi dalam LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
		1	Jika seluruh instruksi dalam LKPD tidak mengarah pada aspek STEM
Aspek Kebahasaan			
7.	LKPD menggunakan bahasa Indonesia yang baku sesuai PUEBI	5	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat sesuai dengan PUEBI
		4	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sesuai dengan PUEBI
		3	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup sesuai dengan PUEBI
		2	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang sesuai dengan PUEBI
		1	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak sesuai dengan PUEBI
8.	LKPD menggunakan istilah fisika yang tepat dan benar	5	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD sangat tepat dan benar
		4	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tepat dan benar
		3	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD cukup tepat dan cukup benar
		2	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD kurang tepat dan kurang benar
		1	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tidak tepat dan tidak benar
9.	Bahasa yang digunakan dalam LKPD efektif dan sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik	5	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat komunikatif, interaktif dan sangat sesuai dengan kemampuan peserta didik
		4	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD komunikatif, interaktif dan sesuai dengan kemampuan peserta didik
		3	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup komunikatif, interaktif dan cukup sesuai dengan kemampuan peserta didik
		2	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang komunikatif, interaktif dan kurang sesuai dengan kemampuan peserta didik

No	Komponen	Skor	Deskripsi
		1	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak komunikatif, tidak interaktif dan tidak sesuai dengan kemampuan peserta didik

No.	Kritik dan Saran
1.	1. Foto konsep, energi tidak dapat memantulkan gelombang dan memantulkannya, ini adalah konsep yang tidak tepat. Sebaliknya energi yang tepat. 2. Tentukan sumber benang dan medium. 3. Intensitas bunyi tidak memantulkan Efek Doppler, yang menyebabkan efek Doppler adalah gerak relatif antara pengamat dan sumber. 4. Saran pada konsep gelombang bunyi adalah medium, sumber bunyi, fenomena, sifat.
2.	Cover ditambahkan berlatar belakang Phyox agar menjadi keasrian dan menarik LKPD yang lain.
3.	Tambahkan barcode yang lebih besar
4.	Sisip gambar diberi judul gambar dan sesuai dengan
5.	Saran materi gelombang bunyi, gelombang bunyi, medium.
6.	STEM pada LKPD sebelum kepe dan kegunaan tidak ada tujuan yang diharapkan.
7.	Tidak LKPD sebelumnya saran kelas diberikan yang merupakan

Material, format, kelas dan waktu.

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi Gelombang Bunyi

Beri tanda cek (✓)

Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan dengan revisi kecil	✓
Disarankan tidak dipergunakan	
Belum dapat dipergunakan	

8. Saran LK-1 tentang konsep gelombang bunyi

LK-2 sumber bunyi

LK-3 Fenomena / sifat bunyi seperti Difraksi, Interferensi dan lain-lain

Semarang, 04 April 2024
Validator,

9. Sisip LK harus disertakan

Phyox agar sesuai dengan

judul LKPDnya.

Iskandiana, M.Sc.
NIP. 199011262019032021

10. Tambahkan dan masukan lain-lain terdapat pada lampiran.

ANGKET VALIDATOR AHLI MEDIA

KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek penyajian	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek tampilan	7,8,9,10,11	5

INSTRUMEN VALIDASI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMANG BUNYI

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Penyajian			
1	Urutan sajian dalam LKPD runtut	5	Jika sajian dalam LKPD sangat runtut
		4	Jika sajian dalam LKPD runtut
		3	Jika sajian dalam LKPD cukup runtut
		2	Jika sajian dalam LKPD kurang runtut
		1	Jika sajian dalam LKPD tidak runtut
2	Tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci	5	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat jelas dan sangat rinci
		4	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci
		3	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup jelas dan cukup rinci
		2	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang jelas dan kurang rinci
		1	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak jelas dan tidak rinci
3	Terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari	5	Jika terdapat daftar isi yang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		4	Jika terdapat daftar isi yang lengkap tetapi petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		3	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		2	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		1	Jika tidak terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan
4	Penyajian permasalahan dan kegiatan dalam LKPD sesuai dengan materi	5	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sangat sesuai dengan materi
		4	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sesuai dengan materi
		3	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan cukup sesuai dengan materi
		2	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan kurang sesuai dengan materi
		1	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan tidak sesuai dengan materi
5	Kegiatan yang disajikan dalam LKPD dapat membantu peserta didik menemukan konsep	5	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat membantu peserta didik menemukan konsep
		4	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD membantu peserta didik menemukan konsep
		3	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup membantu peserta didik menemukan konsep
		2	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang membantu peserta didik menemukan konsep

No	Komponen	Skor	Deskripsi
6	Tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik	1	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak membantu peserta didik menemukan konsep
		5	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD sangat menarik
		☒	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik
		3	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD cukup menarik
		2	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD kurang menarik
		1	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD tidak menarik
Aspek Tampilan			
7	Penggunaan jenis huruf dan ukuran jelas, konsisten, dan menarik	☒	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf sangat jelas, konsisten dan sangat menarik
		4	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf jelas, konsisten dan menarik
		3	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf cukup jelas, cukup konsisten dan cukup menarik
		2	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf kurang jelas, kurang konsisten dan kurang menarik
		1	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf tidak jelas, tidak konsisten dan tidak menarik
8	Layout atau tata letak rapi dan konsisten	5	Jika Layout atau tata letak sangat rapi dan konsisten
		☒	Jika Layout atau tata letak rapi dan konsisten
		3	Jika Layout atau tata letak cukup rapi dan cukup konsisten
		2	Jika Layout atau tata letak kurang rapi dan kurang konsisten
		1	Jika Layout atau tata letak tidak rapi dan tidak konsisten
9	Ilustrasi/gambar jelas	5	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD sangat jelas
		☒	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD jelas
		3	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD cukup jelas
		2	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD kurang jelas
		1	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD tidak jelas
10	Desain tampilan menarik	☒	Desain tampilan LKPD sangat menarik
		4	Desain tampilan LKPD menarik
		3	Desain tampilan LKPD cukup menarik
		2	Desain tampilan LKPD kurang menarik
		1	Desain tampilan LKPD tidak menarik
11	Ilustrasi sampul menarik dan menggambarkan isi/materi dalam LKPD	☒	Jika ilustrasi sampul LKPD sangat menarik dan sangat menggambarkan isi yang disampaikan
		4	Jika ilustrasi sampul LKPD menarik dan menggambarkan isi yang disampaikan
		3	Jika ilustrasi sampul LKPD cukup menarik dan cukup menggambarkan isi yang disampaikan
		2	Jika ilustrasi sampul LKPD kurang menarik dan kurang menggambarkan isi yang disampaikan
		1	Jika ilustrasi sampul LKPD tidak menarik dan tidak menggambarkan isi yang disampaikan
JUMLAH			

No.	Kritik dan Saran
1.	Cover: Gambar cover sebaiknya yang memuat materi yang ada di dalam LKPD seperti radio dan fase itu tidak muncul. Pembuatannya amatlah. Sehingga sebaiknya diganti yang sesuai.
2.	Gambar ilustrasi pada pengisian bunyi tidak ada.
3.	Uraian sub bab dan STEM harus diberi batas yang jelas dan diberikan warna gulungnya.
4.	Gambar ilustrasi gelombang pada gelombang pipa organa sebaiknya diberikan ukuran gambar sejajar sama dan diperbesar.
5.	Setiap persamaan diberi nomor persamaan dan ukuran fontnya harus seragam.
6.	Pada diformulasikan Gambar Aplikasi Phyprox dan pilihan

maru ya.

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi

Gelombang Bunyi

Beri tanda cek (✓)

Dapat digunakan tanpa revisi	
Dapat digunakan dengan revisi kecil	✓
Disarankan tidak dipergunakan	
Belum dapat dipergunakan	

7. Lain-lain ada di lampiran.

Semarang, 24 April 2024

Validator

Istikomah, M.Sc.

NIP. 199011262019032021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Supliyadi, M.Pd.

NIP : 19700815 199512 1 003

Instansi : SMA Negeri 1 Semarang

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Bunyi" yang telah disusun oleh mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farishi

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 23 April 2024
Validator,



Supliyadi, M.Pd.
NIP. 19700815 199512 1 003

ANGKET VALIDATOR AHLI MATERI**KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI**

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek kelayakan isi	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek kebahasaan	7,8,9	3

Instrumen penilaian diadaptasi dari:

INSTRUMEN VALIDASI MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Pada Materi Gelombang Bunyi, maka dimaksudkan untuk mengadakan validasi LKPD ini. Dimohon kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket di bawah ini sebagai validator. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan LKPD dan sebagai pengukur kelayakan LKPD sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu atas kesediaan sebagai validator pada LKPD ini.

B. Identitas Ahli

Nama: **SUPLIYADI MRD**
 NIP: **197008151945121003**
 Instansi: **SMAN 1 SM6**
 Pendidikan: **S2 Pendidikan IPA**

C. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari LKPD yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas LKPD tersebut.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.

D. Instrumen Penilaian

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Kelayakan Isi			
1.	Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran	☒	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		4	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		3	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		2	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		1	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak sesuai dengan Capaian Pembelajaran
2.		☒	Isi dan kegiatan dalam LKPD sangat jelas dan dapat digunakan dengan sangat baik oleh peserta

No	Komponen	Skor	Deskripsi
	Kesesuaian isi LKPD dengan kemampuan dan kebutuhan peserta didik	X	Isi dan kegiatan dalam LKPD jelas dan dapat digunakan dengan baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		3	Isi dan kegiatan dalam LKPD cukup jelas dan dapat digunakan dengan cukup baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		2	Isi dan kegiatan dalam LKPD kurang jelas dan dapat digunakan dengan kurang baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		1	Isi dan kegiatan dalam LKPD tidak jelas dan dapat digunakan dengan tidak baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
3.	Kebermanfaatan kegiatan untuk menambah pengetahuan	X	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		4	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		3	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		2	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		1	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
4.	Alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah di dapat	X	Jika alat dan bahan dalam LKPD sangat jelas, lengkap, dan mudah didapat
		4	Jika alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah didapat
		3	Jika alat dan bahan dalam LKPD cukup jelas, cukup lengkap, dan cukup mudah didapat
		2	Jika alat dan bahan dalam LKPD kurang jelas, kurang lengkap, dan kurang mudah didapat
		1	Jika alat dan bahan dalam LKPD tidak jelas, tidak lengkap, sulit didapat
5.	Isi dan kegiatan dalam LKPD mengarah pada aspek <i>Science</i> , <i>Technology</i> , <i>Engineering</i> , and <i>Mathematics</i> (STEM)	X	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		4	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		3	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD cukup mengarah pada aspek STEM

No	Komponen	Skor	Deskripsi
6.	LKPD memuat instruksi yang sudah mengarah pada aspek <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM)	2	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
		1	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD belum mengarah pada aspek STEM
		X	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		4	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		3	Jika seluruh instruksi dalam LKPD cukup mengarah pada aspek STEM
		2	Jika seluruh instruksi dalam LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
1	Jika seluruh instruksi dalam LKPD tidak mengarah pada aspek STEM		
Aspek Kebahasaan			
7.	LKPD menggunakan bahasa Indonesia yang baku sesuai PUEBI	X	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat sesuai dengan PUEBI
		4	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sesuai dengan PUEBI
		3	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup sesuai dengan PUEBI
		2	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang sesuai dengan PUEBI
		1	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak sesuai dengan PUEBI
8.	LKPD menggunakan istilah fisika yang tepat dan benar	X	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD sangat tepat dan benar
		4	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tepat dan benar
		3	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD cukup tepat dan cukup benar
		2	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD kurang tepat dan kurang benar
		1	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tidak tepat dan tidak benar
9.	Bahasa yang digunakan dalam LKPD efektif dan sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik	X	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat komunikatif, interaktif dan sangat sesuai dengan kemampuan peserta didik
		4	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD komunikatif, interaktif dan sesuai dengan kemampuan peserta didik
		3	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup komunikatif, interaktif dan cukup sesuai dengan kemampuan peserta didik
		2	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang komunikatif, interaktif dan kurang sesuai dengan kemampuan peserta didik

No	Komponen	Skor	Deskripsi
		1	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak komunikatif, tidak interaktif dan tidak sesuai dengan kemampuan peserta didik

No.	Kritik dan Saran
	Sudah baik dapat ditingkatkan lebih kompleks utk materi lain

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi Gelombang Bunyi

Beri tanda cek (√)

Dapat digunakan tanpa revisi	✓
Dapat digunakan dengan revisi kecil	
Disarankan tidak dipergunakan	
Belum dapat dipergunakan	

Semarang,
Validasi

23 April 2024

[Signature]

Supliyadi, M.Pd.
NIP. 19700815 199512 1 003

ANGKET VALIDATOR AHLI MEDIA

**KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI**

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek penyajian	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek tampilan	7,8,9,10,11	5

INSTRUMEN VALIDASI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Penyajian			
1	Urutan sajian dalam LKPD runtut	X	Jika sajian dalam LKPD sangat runtut
		4	Jika sajian dalam LKPD runtut
		3	Jika sajian dalam LKPD cukup runtut
		2	Jika sajian dalam LKPD kurang runtut
		1	Jika sajian dalam LKPD tidak runtut
2	Tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci	X	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat jelas dan sangat rinci
		X	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci
		3	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup jelas dan cukup rinci
		2	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang jelas dan kurang rinci
		1	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak jelas dan tidak rinci
3	Terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari	X	Jika terdapat daftar isi yang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		4	Jika terdapat daftar isi yang lengkap tetapi petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		3	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		2	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		1	Jika tidak terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan
4	Penyajian permasalahan dan kegiatan dalam LKPD sesuai dengan materi	X	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sangat sesuai dengan materi
		4	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sesuai dengan materi
		3	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan cukup sesuai dengan materi
		2	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan kurang sesuai dengan materi
		1	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan tidak sesuai dengan materi
5	Kegiatan yang disajikan dalam LKPD dapat membantu peserta didik menemukan konsep	X	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat membantu peserta didik menemukan konsep
		X	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD membantu peserta didik menemukan konsep
		3	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup membantu peserta didik menemukan konsep
		2	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang membantu peserta didik menemukan konsep

No	Komponen	Skor	Deskripsi
6	Tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik	1	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak membantu peserta didik menemukan konsep
		X 4	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD sangat menarik
		4	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik
		3	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD cukup menarik
		2	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD kurang menarik
		1	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD tidak menarik
Aspek Tampilan			
7	Penggunaan jenis huruf dan ukuran jelas, konsisten, dan menarik	X 5	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf sangat jelas, konsisten dan sangat menarik
		4	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf jelas, konsisten dan menarik
		3	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf cukup jelas, cukup konsisten dan cukup menarik
		2	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf kurang jelas, kurang konsisten dan kurang menarik
		1	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf tidak jelas, tidak konsisten dan tidak menarik
8	Layout atau tata letak rapi dan konsisten	X 5	Jika Layout atau tata letak sangat rapi dan konsisten
		4	Jika Layout atau tata letak rapi dan konsisten
		3	Jika Layout atau tata letak cukup rapi dan cukup konsisten
		2	Jika Layout atau tata letak kurang rapi dan kurang konsisten
		1	Jika Layout atau tata letak tidak rapi dan tidak konsisten
9	Ilustrasi/gambar jelas	X 5	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD sangat jelas
		X 4	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD jelas
		3	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD cukup jelas
		2	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD kurang jelas
		1	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD tidak jelas
10	Desain tampilan menarik	5	Desain tampilan LKPD sangat menarik
		X 4	Desain tampilan LKPD menarik
		3	Desain tampilan LKPD cukup menarik
		2	Desain tampilan LKPD kurang menarik
		1	Desain tampilan LKPD tidak menarik
11	Ilustrasi sampul menarik dan menggambarkan isi/materi dalam LKPD	X 5	Jika ilustrasi sampul LKPD sangat menarik dan sangat menggambarkan isi yang disampaikan
		4	Jika ilustrasi sampul LKPD menarik dan menggambarkan isi yang disampaikan
		3	Jika ilustrasi sampul LKPD cukup menarik dan cukup menggambarkan isi yang disampaikan
		2	Jika ilustrasi sampul LKPD kurang menarik dan kurang menggambarkan isi yang disampaikan
		1	Jika ilustrasi sampul LKPD tidak menarik dan tidak menggambarkan isi yang disampaikan
JUMLAH			

No.	Kritik dan Saran
	X = Salah X = Benar

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi Gelombang Bunyi
Berikan tanda cek (✓)

Dapat digunakan tanpa revisi	✓
Dapat digunakan dengan revisi kecil	
Disarankan tidak dipergunakan	
Belum dapat dipergunakan	

Semarang, 23 April 2023
Validasi:

Sunliyadi, M.Pd.
NIP. 19700815 199512 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Siti Handayani, M Pd.

NIP : 197803072008012003

Instansi : SMA Negeri 1 Semarang

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Bunyi" yang telah disusun oleh mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farisli

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 23 April 2024
Validator,

Siti Handayani, M.Pd.
NIP. 197803072008012003

ANGKET VALIDATOR AHLI MATERI

KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek kelayakan isi	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek kebahasaan	7,8,9	3

Instrumen penilaian diadaptasi dari:

INSTRUMEN VALIDASI MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Pada Materi Gelombang Bunyi, maka dimaksudkan untuk mengadakan validasi LKPD ini, Dimohon kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket di bawah ini sebagai validator. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan LKPD dan sebagai pengukur kelayakan LKPD sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu atas kesediaan sebagai validator pada LKPD ini.

B. Identitas Ahli

Nama:

NIP:

Instansi:

Pendidikan:

C. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari LKPD yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas LKPD tersebut.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.

D. Instrumen Penilaian

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Kelayakan Isi			
1.	Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran	5	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		4	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		3	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		2	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		1	Isi kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak sesuai dengan Capaian Pembelajaran
2.		5	Isi dan kegiatan dalam LKPD sangat jelas dan dapat digunakan dengan sangat baik oleh peserta

No	Komponen	Skor	Deskripsi
	Kesesuaian isi LKPD dengan kemampuan dan kebutuhan peserta didik		didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		4	Isi dan kegiatan dalam LKPD jelas dan dapat digunakan dengan baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		3	Isi dan kegiatan dalam LKPD cukup jelas dan dapat digunakan dengan cukup baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		2	Isi dan kegiatan dalam LKPD kurang jelas dan dapat digunakan dengan kurang baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		1	Isi dan kegiatan dalam LKPD tidak jelas dan dapat digunakan dengan tidak baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
3.	Kebermanfaatan kegiatan untuk menambah pengetahuan	5	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		4	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		3	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		2	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		1	Isi kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
4.	Alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah di dapat	5	Jika alat dan bahan dalam LKPD sangat jelas, lengkap, dan mudah didapat
		4	Jika alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah didapat
		3	Jika alat dan bahan dalam LKPD cukup jelas, cukup lengkap, dan cukup mudah didapat
		2	Jika alat dan bahan dalam LKPD kurang jelas, kurang lengkap, dan kurang mudah didapat
		1	Jika alat dan bahan dalam LKPD tidak jelas, tidak lengkap, sulit didapat
5.	Isi dan kegiatan dalam LKPD mengarah pada aspek <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)</i>	5	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		4	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		3	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD cukup mengarah pada aspek STEM

No	Komponen	Skor	Deskripsi
		2	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
		1	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD belum mengarah pada aspek STEM
6.	LKPD memuat instruksi yang sudah mengarah pada aspek <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)</i>	5	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		4	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		3	Jika seluruh instruksi dalam LKPD cukup mengarah pada aspek STEM
		2	Jika seluruh instruksi dalam LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
		1	Jika seluruh instruksi dalam LKPD tidak mengarah pada aspek STEM
Aspek Kebahasaan			
7.	LKPD menggunakan bahasa Indonesia yang baku sesuai PUEBI	5	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat sesuai dengan PUEBI
		4	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sesuai dengan PUEBI
		3	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup sesuai dengan PUEBI
		2	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang sesuai dengan PUEBI
		1	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak sesuai dengan PUEBI
8.	LKPD menggunakan istilah fisika yang tepat dan benar	5	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD sangat tepat dan benar
		4	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tepat dan benar
		3	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD cukup tepat dan cukup benar
		2	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD kurang tepat dan kurang benar
		1	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tidak tepat dan tidak benar
9.	Bahasa yang digunakan dalam LKPD efektif dan sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik	5	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat komunikatif, interaktif dan sangat sesuai dengan kemampuan peserta didik
		4	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD komunikatif, interaktif dan sesuai dengan kemampuan peserta didik
		3	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup komunikatif, interaktif dan cukup sesuai dengan kemampuan peserta didik
		2	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang komunikatif, interaktif dan kurang sesuai dengan kemampuan peserta didik

No	Komponen	Skor	Deskripsi
		1	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak komunikatif, tidak interaktif dan tidak sesuai dengan kemampuan peserta didik

No.	Kritik dan Saran
	Tampilan menarik, Silahkan dipakai

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi Gelombang Bunyi

Beri tanda cek (✓)

Dapat digunakan tanpa revisi	☒
Dapat digunakan dengan revisi kecil	☐
Disarankan tidak dipergunakan	☐
Belum dapat dipergunakan	☐

Semarang, 23 April 2024
Validator,

Siti Handayani, M.Pd.
NIP. 197803072008012003

ANGKET VALIDATOR AHLI MEDIA**KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI**

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek penyajian	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek tampilan	7,8,9,10,11	5

INSTRUMEN VALIDASI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Penyajian			
1	Urutan sajian dalam LKPD runtut	5	Jika sajian dalam LKPD sangat runtut
		4	Jika sajian dalam LKPD runtut
		3	Jika sajian dalam LKPD cukup runtut
		2	Jika sajian dalam LKPD kurang runtut
		1	Jika sajian dalam LKPD tidak runtut
2	Tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci	5	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat jelas dan sangat rinci
		4	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci
		3	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup jelas dan cukup rinci
		2	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang jelas dan kurang rinci
		1	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak jelas dan tidak rinci
3	Terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari	5	Jika terdapat daftar isi yang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		4	Jika terdapat daftar isi yang lengkap tetapi petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		3	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		2	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		1	Jika tidak terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan
4	Penyajian permasalahan dan kegiatan dalam LKPD sesuai dengan materi	5	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sangat sesuai dengan materi
		4	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sesuai dengan materi
		3	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan cukup sesuai dengan materi
		2	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan kurang sesuai dengan materi
		1	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan tidak sesuai dengan materi
5	Kegiatan yang disajikan dalam LKPD dapat membantu peserta didik menemukan konsep	5	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat membantu peserta didik menemukan konsep
		4	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD membantu peserta didik menemukan konsep
		3	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup membantu peserta didik menemukan konsep
		2	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang membantu peserta didik menemukan konsep

No	Komponen	Skor	Deskripsi
		1	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak membantu peserta didik menemukan konsep
6	Tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik	5	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD sangat menarik
		4	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik
		3	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD cukup menarik
		2	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD kurang menarik
		1	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD tidak menarik
Aspek Tampilan			
7	Penggunaan jenis huruf dan ukuran jelas, konsisten, dan menarik	5	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf sangat jelas, konsisten dan sangat menarik
		4	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf jelas, konsisten dan menarik
		3	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf cukup jelas, cukup konsisten dan cukup menarik
		2	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf kurang jelas, kurang konsisten dan kurang menarik
		1	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf tidak jelas, tidak konsisten dan tidak menarik
8	Layout atau tata letak rapi dan konsisten	5	Jika Layout atau tata letak sangat rapi dan konsisten
		4	Jika Layout atau tata letak rapi dan konsisten
		3	Jika Layout atau tata letak cukup rapi dan cukup konsisten
		2	Jika Layout atau tata letak kurang rapi dan kurang konsisten
		1	Jika Layout atau tata letak tidak rapi dan tidak konsisten
9	Ilustrasi/gambar jelas	5	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD sangat jelas
		4	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD jelas
		3	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD cukup jelas
		2	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD kurang jelas
		1	Jika ilustrasi/gambar dalam LKPD tidak jelas
10	Desain tampilan menarik	5	Desain tampilan LKPD sangat menarik
		4	Desain tampilan LKPD menarik
		3	Desain tampilan LKPD cukup menarik
		2	Desain tampilan LKPD kurang menarik
		1	Desain tampilan LKPD tidak menarik
11	Ilustrasi sampul menarik dan menggambarkan isi/materi dalam LKPD	5	Jika ilustrasi sampul LKPD sangat menarik dan sangat menggambarkan isi yang disampaikan
		4	Jika ilustrasi sampul LKPD menarik dan menggambarkan isi yang disampaikan
		3	Jika ilustrasi sampul LKPD cukup menarik dan cukup menggambarkan isi yang disampaikan
		2	Jika ilustrasi sampul LKPD kurang menarik dan kurang menggambarkan isi yang disampaikan
		1	Jika ilustrasi sampul LKPD tidak menarik dan tidak menggambarkan isi yang disampaikan
JUMLAH			

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Anang Budiarmo, M.Pd.

NIP : 197409132008011005

Instansi : SMA Negeri 1 Semarang

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Pada Materi Gelombang Banyu" yang telah disusun oleh mahasiswa:

Nama : Ali Khasan Al Farishi

NIM : 2008066019

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Instansi : UTN Walisongo Semarang

Harapan saya masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 25 April 2024
Validator,



Anang Budiarmo, M.Pd.
NIP. 197409132008011005

ANGKET VALIDATOR AHLI MATERI**KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI**

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek kelayakan isi	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek kebahasaan	7,8,9	3

Instrumen penilaian diadaptasi dari:

INSTRUMEN VALIDASI MATERI
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Pada Materi Gelombang Bunyi, maka dimaksudkan untuk mengadakan validasi LKPD ini. Dimohon kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi angket di bawah ini sebagai validator. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan LKPD dan sebagai pengukur kelayakan LKPD sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu atas kesediaan sebagai validator pada LKPD ini.

B. Identitas Ahli

Nama:

NIP:

Instansi:

Pendidikan:

C. Petunjuk Penilaian

1. Mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari LKPD yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (X) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas LKPD tersebut.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.

D. Instrumen Penilaian

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Kelayakan Isi			
1.	Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran	☒	Istilah kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		4	Istilah kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		3	Istilah kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		2	Istilah kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang sesuai dengan Capaian Pembelajaran
		1	Istilah kegiatan dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak sesuai dengan Capaian Pembelajaran
2.		☒	Istilah dan kegiatan dalam LKPD sangat jelas dan dapat digunakan dengan sangat baik oleh peserta

No	Komponen	Skor	Deskripsi
	Kesesuaian isi LKPD dengan kemampuan dan kebutuhan peserta didik		didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		4	Istisna dan kegiatan dalam LKPD jelas dan dapat digunakan dengan baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		3	Istisna dan kegiatan dalam LKPD cukup jelas dan dapat digunakan dengan cukup baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		2	Istisna dan kegiatan dalam LKPD kurang jelas dan dapat digunakan dengan kurang baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
		1	Istisna dan kegiatan dalam LKPD tidak jelas dan dapat digunakan dengan tidak baik oleh peserta didik yang lambat, sedang, maupun cepat menerima pelajaran
3.	Kebermanfaatan kegiatan untuk menambah pengetahuan	5	Istisna kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD sangat bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		4	Istisna kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		3	Istisna kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD cukup bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		2	Istisna kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD kurang bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
		1	Istisna kegiatan, pertanyaan, dan informasi ilustrasi dalam LKPD tidak bermanfaat menambah wawasan pengetahuan peserta didik
4.	Alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah di dapat	5	Jika alat dan bahan dalam LKPD sangat jelas, lengkap, dan mudah didapat
		4	Jika alat dan bahan dalam LKPD jelas, lengkap, dan mudah didapat
		3	Jika alat dan bahan dalam LKPD cukup jelas, cukup lengkap, dan cukup mudah didapat
		2	Jika alat dan bahan dalam LKPD kurang jelas, kurang lengkap, dan kurang mudah didapat
		1	Jika alat dan bahan dalam LKPD tidak jelas, tidak lengkap, sulit didapat
5.	Isi dan kegiatan dalam LKPD mengarah pada aspek <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)</i>	5	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		4	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		3	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD cukup mengarah pada aspek STEM

No	Komponen	Skor	Deskripsi
6.	LKPD memuat instruksi yang sudah mengarah pada aspek <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM)	2	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
		1	Jika seluruh isi dan kegiatan LKPD belum mengarah pada aspek STEM
		5 5	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah sangat mengarah pada aspek STEM
		4	Jika seluruh instruksi dalam LKPD sudah mengarah pada aspek STEM
		3	Jika seluruh instruksi dalam LKPD cukup mengarah pada aspek STEM
		2	Jika seluruh instruksi dalam LKPD kurang mengarah pada aspek STEM
7.	LKPD menggunakan bahasa Indonesia yang baku sesuai PUEBI	5	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat sesuai dengan PUEBI
		4	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD sesuai dengan PUEBI
		3	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup sesuai dengan PUEBI
		2	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang sesuai dengan PUEBI
		1	Jika seluruh bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak sesuai dengan PUEBI
		5 5	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD sangat tepat dan benar
8.	LKPD menggunakan istilah fisika yang tepat dan benar	4	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tepat dan benar
		3	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD cukup tepat dan cukup benar
		2	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD kurang tepat dan kurang benar
		1	Jika penggunaan istilah fisika dalam LKPD tidak tepat dan tidak benar
		5 5	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD sangat komunikatif, interaktif dan sangat sesuai dengan kemampuan peserta didik
		4	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD komunikatif, interaktif dan sesuai dengan kemampuan peserta didik
9.	Bahasa yang digunakan dalam LKPD efektif dan sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik	3	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD cukup komunikatif, interaktif dan cukup sesuai dengan kemampuan peserta didik
		2	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD kurang komunikatif, interaktif dan kurang sesuai dengan kemampuan peserta didik

No.	Komponen	Skor	Deskripsi
		1	Jika bahasa yang digunakan dalam LKPD tidak komunikatif, tidak interaktif dan tidak sesuai dengan kemampuan peserta didik

No.	Kritik dan Saran
	Sudah Baik Bisa Digunakan untuk penelitian

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi
Gelombang Bunyi
Beri tanda cek (✓)

Dapat digunakan tanpa revisi	✓
Dapat digunakan dengan revisi kecil	
Disarankan tidak dipergunakan	
Belum dapat dipergunakan	

Semarang, 23 April 2024
Validator,



Anang Budiarso, M.Pd.
NIP. 197409132008011005

ANGKET VALIDATOR AHLI MEDIA

KISI-KISI PENILAIAN VALIDASI AHLI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (SETM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Jumlah
1.	Aspek penyajian	1,2,3,4,5,6	6
2.	Aspek tampilan	7,8,9,10,11	5

INSTRUMEN VALIDASI MEDIA
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE,
TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI

No	Komponen	Skor	Deskripsi
Aspek Penyajian			
1	Urutan sajian dalam LKPD runtut	5	Jika sajian dalam LKPD sangat runtut
		4	Jika sajian dalam LKPD runtut
		3	Jika sajian dalam LKPD cukup runtut
		2	Jika sajian dalam LKPD kurang runtut
		1	Jika sajian dalam LKPD tidak runtut
2	Tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci	5	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat jelas dan sangat rinci
		4	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD jelas dan rinci
		3	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup jelas dan cukup rinci
		2	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang jelas dan kurang rinci
		1	Jika seluruh tujuan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak jelas dan tidak rinci
3	Terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari	5	Jika terdapat daftar isi yang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		4	Jika terdapat daftar isi yang lengkap tetapi petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		3	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan yang mudah dipelajari
		2	Jika terdapat daftar isi yang kurang lengkap dan petunjuk penggunaan tidak mudah dipelajari
		1	Jika tidak terdapat daftar isi dan petunjuk penggunaan
4	Penyajian permasalahan dan kegiatan dalam LKPD sesuai dengan materi	5	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sangat sesuai dengan materi
		4	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan sesuai dengan materi
		3	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan cukup sesuai dengan materi
		2	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan kurang sesuai dengan materi
		1	Jika seluruh permasalahan dan kegiatan dalam LKPD yang disajikan tidak sesuai dengan materi
5	Kegiatan yang disajikan dalam LKPD dapat membantu peserta didik menemukan konsep	5	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD sangat membantu peserta didik menemukan konsep
		4	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD membantu peserta didik menemukan konsep
		3	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD cukup membantu peserta didik menemukan konsep
		2	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD kurang membantu peserta didik menemukan konsep

No	Komponen	Skor	Deskripsi
6	Tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik	1	Jika seluruh isi dan kegiatan yang disajikan dalam LKPD tidak membantu peserta didik menemukan konsep
		3	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD sangat menarik
		4	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD menarik
		3	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD cukup menarik
		2	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD kurang menarik
		1	Jika tampilan umum yang disajikan dalam LKPD tidak menarik
Aspek Tampilan			
7	Penggunaan jenis huruf dan ukuran jelas, konsisten, dan menarik	5	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf sangat jelas, konsisten dan sangat menarik
		4	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf jelas, konsisten dan menarik
		3	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf cukup jelas, cukup konsisten dan cukup menarik
		2	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf kurang jelas, kurang konsisten dan kurang menarik
		1	Jika seluruh penggunaan jenis dan ukuran huruf tidak jelas, tidak konsisten dan tidak menarik
8	Layout atau tata letak rapi dan konsisten	5	Jika Layout atau tata letak sangat rapi dan konsisten
		4	Jika Layout atau tata letak rapi dan konsisten
		3	Jika Layout atau tata letak cukup rapi dan cukup konsisten
		2	Jika Layout atau tata letak kurang rapi dan kurang konsisten
		1	Jika Layout atau tata letak tidak rapi dan tidak konsisten
9	Ilustrasi/gambar jelas	5	Jika ilustrasi gambar dalam LKPD sangat jelas
		4	Jika ilustrasi gambar dalam LKPD jelas
		3	Jika ilustrasi gambar dalam LKPD cukup jelas
		2	Jika ilustrasi gambar dalam LKPD kurang jelas
		1	Jika ilustrasi gambar dalam LKPD tidak jelas
10	Desain tampilan menarik	5	Desain tampilan LKPD sangat menarik
		4	Desain tampilan LKPD menarik
		3	Desain tampilan LKPD cukup menarik
		2	Desain tampilan LKPD kurang menarik
		1	Desain tampilan LKPD tidak menarik
11	Ilustrasi sampul menarik dan menggambarkan isi/materi dalam LKPD	5	Jika ilustrasi sampul LKPD sangat menarik dan sangat menggambarkan isi yang disampaikan
		4	Jika ilustrasi sampul LKPD menarik dan menggambarkan isi yang disampaikan
		3	Jika ilustrasi sampul LKPD cukup menarik dan cukup menggambarkan isi yang disampaikan
		2	Jika ilustrasi sampul LKPD kurang menarik dan kurang menggambarkan isi yang disampaikan
		1	Jika ilustrasi sampul LKPD tidak menarik dan tidak menggambarkan isi yang disampaikan
JUMLAH			

No.	Kritik dan Saran
	Sudah Baik Bisa Digunakan penditiran

Kesimpulan secara umum kualitas LKPD menggunakan pendekatan STEM pada materi Gelombang Bunyi

Beri tanda cek (v)

Dapat digunakan tanpa revisi	☒
Dapat digunakan dengan revisi kecil	☐
Disarankan tidak dipergunakan	☐
Belum dapat dipergunakan	☐

Semarang, 23 April 2024

Validator,



Anang Budiarsa, M.Pd.
NIP. 197409132008011005

	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12) Bahasa yang digunakan komunikatif sehingga masalah dipahami siswa																				
13) Penguasaan bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat berpikir siswa	✓				✓				✓								✓			✓

LEMBAR VALIDASI SOAL

Judul Skripsi : PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) MENGGUNAKAN PENTRIGATAN NOVA, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) DESBANTIAN APLIKASI PHOTONIX PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Nama : Ali Khassan Al Faridhi

NIM : 2008066019

Nama Validator : Istikomah, M.Sc.

NIP : 19901242014032021

Asal Instansi : Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo

A. PETUNJUK VALIDASI

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu untuk membaca dan mempelajari instrumen tes/soal (terlampir).
2. Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan skor pada setiap pertanyaan dengan memberikan tanda (✓) pada kolom dengan skala penilaian terdapat pada tabel berikut:

Nilai	Keterangan
4	Sangat Setuju (SS)
3	Setuju (S)
2	Tidak setuju (TS)
1	Sangat tidak setuju (ST)

3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang telah disediakan.

Dipindai dengan CamScanner

B. LEMBAR VALIDASI

No.	Kriteria Penilaian	Skor (1-5)																			
		1										2									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Kepuasan terhadap soal	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
2	Kepuasan hasil jawaban soal	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
3	Kelengkapan jawaban	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
4	Kepuasan jawaban yang diberikan	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
5	Kepuasan penyajian soal	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
6	Kemungkinan soal dapat terjawab	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	

Dipindai dengan CamScanner

7	Keterampilan soal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8	Keterampilan soal dengan indikator pemahamannya konsep	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
9	Kepuasan soal dalam mengaitkan kemampuan pemahamannya konsep dengan setiap indikator	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Aspek Bahasa																					
10	Bahasa yang digunakan sesuai dengan bentuk yang baik dan benar	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
11	Bahasa yang digunakan jelas dan sederhana dalam memotivasi	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	

Dipindai dengan CamScanner

	penelitian	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12	Bahasa yang digunakan komunikatif sehingga mudah dipahami siswa		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓
13	Penggunaan Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat berpikir siswa		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓

Dipindai dengan CamScanner

No	Kriteria Penilaian	Skor Soal																																							
		11				12				13				14				15				16				17				18				19				20			
		3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0								
Angka Inti																																									
1	Kepuasan kalimat soal																																								
	Kepuasan bunyi jawaban soal																																								
	Kebertahanan perhatian pendengar																																								
	Kepuasan pemahaman diura maka kemudian yang diklar																																								
	Kepuasan petunjuk penggunaan soal																																								
	Kemungkinan soal dapat dibaca																																								
	Kebertahanan soal																																								

Dipindai dengan CamScanner

Kategori		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8	Kemungkinan soal dengan indikator pemahaman kemampuan																				
9	Kepuasan soal dalam mengklar kemampuan pemahaman kemampuan dengan serta indikator																				
Angka Bulatan																					
10	Bahasa yang digunakan memahami kemampuan kemampuan kemampuan																				
11	Bahasa yang digunakan kemampuan kemampuan kemampuan																				

Dipindai dengan CamScanner

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12. Beker yang digunakan untuk menyajikan minuman apakah sesuai?																				
13. Penggunaan Beker yang digunakan sesuai dengan tingkat berpikir siswa?																				

Dipindai dengan CamScanner

Komentar dan Saran

1. Saat No 2,4,6,7,8,9,10,12,13,14,15,17,18 dan 20 harus ada keterangan dari jawaban sehingga jawaban akan lengkap dan pemberian penskoran juga akan tepat.
2. Pada komentar bagian jawaban soal perlu diperbaiki lagi. Tuli, Benar, tulis jawaban pada lembar jawaban karena akan lebih baik yang harus dijawab dan akan lebih mudah dalam koreksi.
3. Soal-soal yang sebenarnya berbeda dari soal-soal yang tertera pada lembar jawaban.
4. ~~Pada soal~~ ketahanan logika 9 (amplop)

Seorang, 25 April 2024
 Nidhar, M.Sc.
 NIP. 1901120190032021

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR VALIDASI SOAL

Judul Skripsi : PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEAM) BERBANTUAN APLIKASI PHOTOPHRY PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Nama : Ali Khasan Aji Faridhi

NIM : 2003066019

Nama Validator : Supriyati, M.Pd

NIP : 19700815 199512 1 003

Asal Instansi : SMA Negeri 1 Semarang

A. PETUNJUK VALIDASI

- Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu untuk membaca atau mempelajari instrumen tes soal terlampir.
- Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan skor pada setiap pertanyaan dengan memberikan tanda (✓) pada kolom dengan skala penilaian terdapat pada tabel berikut:

Nilai	Keterangan
4	Sangat Sesuai (SS)
3	Sesuai (S)
2	Tidak sesuai (TS)
1	Sangat tidak sesuai (ST)

- Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang telah disediakan.

Dipindai dengan CamScanner

B. LEMBAR VALIDASI

No	Kriteria Penilaian	Skor Total															
		Skor															
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aspek Isi		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Kemampuan komunikasi verbal		✓											✓		✓	✓
	Kemampuan komunikasi nonverbal	✓		✓										✓		✓	✓
	Kemampuan pemahaman		✓														✓
2	Kemampuan penalaran		✓											✓		✓	✓
	Kemampuan komunikasi verbal	✓															✓
	Kemampuan komunikasi nonverbal		✓														✓
3	Kemampuan komunikasi verbal		✓											✓		✓	✓
	Kemampuan komunikasi nonverbal	✓		✓										✓		✓	✓
	Kemampuan pemahaman		✓														✓
4	Kemampuan komunikasi verbal		✓											✓		✓	✓
	Kemampuan komunikasi nonverbal	✓		✓										✓		✓	✓
	Kemampuan pemahaman		✓														✓
5	Kemampuan komunikasi verbal		✓											✓		✓	✓
	Kemampuan komunikasi nonverbal	✓		✓										✓		✓	✓
	Kemampuan pemahaman		✓														✓
6	Kemampuan komunikasi verbal		✓											✓		✓	✓
	Kemampuan komunikasi nonverbal	✓		✓										✓		✓	✓
	Kemampuan pemahaman		✓														✓

Dipindai dengan CamScanner

No	Kriteria Penilaian	Skor																			
		1										2									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Kelengkapan isi		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓
Relevansi																					
4	Kelengkapan isi dengan indikator penulisan konsep		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓
6	Kelengkapan isi dalam mengaitkan kemampuan pemaham konsep dengan indikator		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓
Aspek Bahasa																					
11	Bahasa yang digunakan sesuai dengan standar yang terdapat di buku		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓
13	Bahasa yang digunakan		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓

Dipindai dengan CamScanner

No	Kriteria Penilaian	Skor																			
		1										2									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Isi dan struktur teks narasi dan penulisan paragraf																				
12	Bahasa yang digunakan komunikatif sehingga mudah dipahami siswa		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓
13	Penggunaan Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat berpikir siswa		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓

Dipindai dengan CamScanner

No	Kriteria Pencapaian	Materi Soal																			
		Soal																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Isi																			
Aspek Isi		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Kejelasan klausur soal		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓
2	Kejelasan tata letak pertanyaan	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
3	Kejelasan pembahasan pertanyaan	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
4	Kejelasan pembahasan pertanyaan dikaitkan materi sebelumnya yang dibahas	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
5	Kejelasan penyajian pertanyaan soal	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
6	Kesanggupan siswa dapat menemukan jawab	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
7	Keterampilan siswa	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	

Dipindai dengan CamScanner

No	Kriteria Pencapaian	Bentuk Soal																				
		Soal																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
8	Kesanggupan soal dengan melibatkan permasalahan konsep			✓			✓			✓			✓			✓			✓			✓
9	Kesanggupan soal dalam mengaitkan permasalahan konsepg dengan konsep matematika	✓					✓			✓			✓			✓			✓			✓
Aspek Bentuk																						
10	Bentuk yang digunakan sesuai dengan kaidah yang baik dan benar	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓
11	Bentuk yang digunakan jelas dan sederhana	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓

Dipindai dengan CamScanner

No.	Kriteria Pencapaian	Jumlah Soal																			
		11				12				13				14				15			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	nilai maksudnya pencapaian ganda																				
12	Bahasa yang digunakan komunikatif sehingga mudah dipahami siswa		✓			✓				✓				✓				✓			✓
13	Penggunaan Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kemampuan siswa	✓				✓				✓				✓				✓			✓

Dipindai dengan CamScanner

Komentar dan Saran

Kalimat soal & teori dapat disingkat lagi,
sehingga soalnya lebih fokus dan terarah.

Saran: 23 April 2024
Validasi:

Supriadi M.Pd
NIP. 19700113 199312 1 003

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR VALIDASI SOAL

Judul Skripsi : PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) BERBANTUAN APLIKASI PPT/PPPT PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Nama : Ali Khanna Al Farah

NIM : 2008066019

Nama Validator : Siti Hardayani, M.Pd

NIP : 197401072008032003

Asal Instansi : SMA Negeri 1 Semarang

A. PETUNJUK VALIDASI

- Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu untuk membaca serta mempelajari instrumen tersebut (terlampir).
- Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan skor pada setiap pertanyaan dengan memberikan tanda ($\checkmark$) pada kolom dengan skala penilaian sesuai pada tabel berikut:

Nilai	Keterangan
4	Sangat Sesuai (SS)
3	Sesuai (S)
2	Tidak sesuai (TS)
1	Sangat tidak sesuai (ST)

- Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang telah disediakan.

Dipindai dengan CamScanner

B. LEMBAR VALIDASI

No	Kriteria Penilaian	Nama Juri																			
		Skor																			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aspek isi		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Kelengkapan materi soal		✓			✓			✓	✓			✓			✓		✓			✓
2	Kemampuan analisis jawaban soal		✓			✓			✓	✓			✓			✓		✓			✓
3	Ketersediaan pedoman penilaian		✓			✓			✓	✓			✓			✓		✓			✓
4	Ketersediaan pedoman jawaban dalam menilai kesempurnaan rangkaiannya		✓			✓			✓	✓			✓			✓		✓			✓
5	Kelengkapan pedoman pengisian soal		✓			✓			✓	✓			✓			✓		✓			✓
6	Ketersediaan soal dapat dilaksanakan		✓			✓			✓	✓			✓			✓		✓			✓

Dipindai dengan CamScanner

No	Kriteria Penilaian	Harian Soal																			
		11					12					13					14				
		Kisi																			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aspek test	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Kemampuan ketekunan soal		✓			✓			✓			✓			✓			✓			
2	Kemampuan kritis jawaban soal		✓			✓			✓			✓			✓			✓			✓
3	Kemampuan pemahaman pendalaman pemikaran		✓			✓			✓			✓			✓			✓			✓
4	Kemampuan pemahaman perbandingan dalam masalah kemampuan yang diukur		✓			✓			✓			✓			✓			✓			✓
5	Kemampuan penguasaan yang terapan jawaban soal		✓			✓			✓			✓			✓			✓			✓
6	Kemampuan analisis dalam penyelesaian		✓			✓			✓			✓			✓			✓			✓
7	Kemampuan jawaban soal		✓			✓			✓			✓			✓			✓			✓

Dipindai dengan CamScanner

No	Kriteria Penilaian	Harian Soal																																							
		11				12				13				14				15				16				17				18				19				20			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Indikator																																									
8	Kemampuan anal. Angas (indikasi pemukiman kumuh)				✓																														✓						
9	Kemampuan anal. dalam (mengaplikasi kemampuan pemukiman kumuh dengan setiap indikator)				✓																														✓						
Aspek Rubrikasi																																									
10	Hasil yang diperoleh (kemampuan analisis yang baik dan benar)				✓																														✓						
11	Hasil yang diperoleh (kemampuan analisis yang baik dan benar)				✓																														✓						

Dipindai dengan CamScanner

No	Kriteria Penilaian	Skor total																																																	
		11					12					13					14					15					16					17					18					19					20				
		Jumlah																																																	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																
	Buku mini-buku penerbitan gratis				✓					✓						✓									✓										✓																
12	Buku yang digunakan komputasi sebagai media diskusi siswa				✓					✓						✓									✓										✓																
13	Penggunaan Buku yang digunakan sesuai dengan tingkat kekompleksitas				✓					✓						✓									✓										✓																

Dipindai dengan CamScanner

Komentar dan Saran

Silahkan diperhatikan lagi bila bahasanya. Tetapi sudah komprehensif.

Semarang, 25 April 2021
Valdian.

Siti Handayani, M.Pd
NIP. 1976090720060112003

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR VALIDASI SOAL

Judul Skripsi : PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) MENGGUNAKAN PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) BERBANTUAN APLIKASI PPT/PPTX PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Nama : Ali Khairul Al Fatahi

NIM : 2008060019

Nama Validator : Anang Budiono, M.Pd.

NIP : 19740903208031005

Afiliasi : SMA Negeri 1 Semarang

A. PETUNJUK VALIDASI

- Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu untuk membaca atau mempelajari instrumen tes/soal (terlampir).
- Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan skor pada setiap pertanyaan dengan memberikan tanda (✓) pada kolom dengan skala penilaian terdapat pada tabel berikut:

Nilai	Keterangan
4	Sangat Setuju (SS)
3	Setuju (S)
2	Tidak setuju (TS)
1	Sangat tidak setuju (ST)

- Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang telah disediakan.

Dipindai dengan CamScanner

B. LEMBAR VALIDASI

No	Kriteria Penilaian	Skor (Nilai)																																							
		1				2				3				4				5				6				7				8				9				10			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Aspek isi																																									
1	Kesimpulan akurat dan valid																																								
2	Kesimpulan akurat dan valid																																								
3	Kejelasan penyajian																																								
4	Kejelasan penyajian																																								
5	Kepertepatan penyajian																																								
6	Kepertepatan penyajian																																								
7	Kemungkinan hasil dan diskusi																																								

Dipindai dengan CamScanner

No	Kriteria Pencapaian	Rencana Sesi																																							
		1										2										3										4									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
7	Keterampilan sisi																																								
Relevansi																																									
8	Keterampilan sisi dengan sifatnya perubahan khusus																																								
9	Keterampilan sisi dengan sifatnya kemampuan perubahan khusus dengan sifat indikator																																								
Aspek Bahasa																																									
10	Bahasa yang diperoleh sifatnya khusus yang tidak ada tanda																																								
11	Bahasa yang diperoleh																																								

Dipindai dengan CamScanner

No	Aspek Pencapaian	Skor hasil																																								
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10																						
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2																					
	pada kegiatan KIK pembelajaran pembelajaran guru																																									
12	Bahasa yang diperoleh kemampuan kegiatan kegiatan kegiatan kegiatan																																									
13	Penggunaan Bahasa yang diperoleh kemampuan kegiatan kegiatan kegiatan																																									

Dipindai dengan CamScanner

N	Kriteria Penilaian	Nomor Soal																			
		Skor																			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Kepuasan kualitas awal		✓			✓				✓				✓				✓			
2	Kemampuan kualitas perawatan awal		✓			✓				✓				✓				✓			
3	Keterampilan perawatan perawatan		✓			✓				✓				✓				✓			
4	Keterampilan perawatan perawatan dalam menjalankan keterampilan yang terapan		✓			✓				✓				✓				✓			
5	Keterampilan perawatan menyampaikan hasil		✓			✓				✓				✓				✓			
6	Keterampilan menyampaikan hasil		✓			✓				✓				✓				✓			
7	Keterampilan awal		✓			✓				✓				✓				✓			

Dipindai dengan CamScanner

N	Kriteria Penilaian	Nomor Soal																			
		Skor																			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8	Kemampuan awal dengan indikator perawatan kualitas		✓			✓				✓				✓				✓			
9	Kepuasan awal dalam menjalankan keterampilan perawatan kualitas dengan tetap menjalankan		✓			✓				✓				✓				✓			
10	Keterampilan awal dengan indikator perawatan kualitas		✓			✓				✓				✓				✓			
11	Keterampilan awal dengan indikator perawatan kualitas		✓			✓				✓				✓				✓			

Dipindai dengan CamScanner

No	Kriteria Penilaian	Skor																			
		11				12				13				14				15			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	ada memelihara peralatan kerja																				
12	Bahan yang digunakan terdapat cukupnya untuk dipakai siswa																				
13	Penggunaan Bahan yang digunakan sesuai dengan tingkat kompleksitas																				

Dipindai dengan CamScanner

Komentar dan Saran

Layar untuk penilaian

Semarang, 29 April 2024
Widatun,

 Anang Budianto, M.Pd.
 NIP. 151409132009001005

Dipindai dengan CamScanner

Hasil Analisis Persentase Kelayakan Produk

Aspek	Validator					Rata-Rata	Kelayakan
	I	II	III	IV	V		
Kelayakan Isi	23	25	30	30	30	27.6	0.92
Kebahasaan	14	14	15	15	15	14.6	0.9733333333
Penyajian	23	23	30	30	30	27.2	0.9066666667
Tampilan	23	23	30	25	25	25.2	0.84
Rata-Rata Kelayakan						0.91	

Lampiran 28

Hasil Analisis Validitas Isi Instrumen Tes Pemahaman Konsep

A. Aspek Inti

1. Ketepatan Kalimat Soal														
Butir	Validator				S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	$\sum S$	n (c-1)	V	Ket	
	I	II	III	IV										V
Butir 1	4	3	3	4	4	3	2	2	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 2	4	3	3	4	4	3	2	2	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 3	4	4	3	4	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 4	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Tidak Valid
Butir 5	4	2	3	4	4	3	1	2	3	3	12	15	0.8	Tidak Valid
Butir 6	4	3	3	4	4	3	2	2	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 7	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 8	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 9	4	2	4	4	4	3	1	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 10	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 11	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 12	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 13	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 14	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 15	3	3	4	4	4	2	2	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 16	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 17	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 18	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 19	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 20	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Total	Validator				S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	$\sum S$	n (c-1)	V	Ket	
	I	II	III	IV										V
	78	68	75	80	80	58	48	55	60	281	300	0.936666667	Valid	

2. Ketepatan Kunci Jawaban														
Butir	Validator					S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	Σ S	n (c-1)	V	Ket
	I	II	III	IV	V									
Butir 1	3	3	3	4	4	2	2	2	3	3	12	15	0.8	Tidak Valid
Butir 2	3	2	3	4	4	2	1	2	3	3	11	15	0.733333333	Tidak Valid
Butir 3	3	3	3	4	4	2	2	2	3	3	12	15	0.8	Tidak Valid
Butir 4	3	2	4	4	4	2	1	3	3	3	12	15	0.8	Tidak Valid
Butir 5	3	3	3	4	4	2	2	2	3	3	12	15	0.8	Tidak Valid
Butir 6	3	2	3	4	4	2	1	2	3	3	11	15	0.733333333	Tidak Valid
Butir 7	3	2	4	4	4	2	1	3	3	3	12	15	0.8	Tidak Valid
Butir 8	3	2	4	4	4	2	1	3	3	3	12	15	0.8	Tidak Valid
Butir 9	3	2	4	4	4	2	1	3	3	3	12	15	0.8	Tidak Valid
Butir 10	3	3	4	4	4	2	2	2	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 11	3	3	4	4	4	2	2	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 12	3	2	4	4	4	2	1	3	3	3	12	15	0.8	Tidak Valid
Butir 13	4	2	4	4	4	3	1	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 14	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 15	3	2	4	4	4	2	1	3	3	3	12	15	0.8	Tidak Valid
Butir 16	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 17	4	2	4	4	4	3	1	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 18	4	2	4	4	4	3	1	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 19	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 20	4	2	4	4	4	3	1	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Total	67	50	75	80	80	47	30	55	60	60	252	300	0.84	Tidak Valid

3. Keberadaan Pedoman Penskoran														
Butir	Validator					S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	∑ S	n (c-1)	V	Ket
	I	II	III	IV	V									
Butir 1	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 2	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 3	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 4	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 5	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 6	4	3	3	4	4	3	2	2	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 7	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 8	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 9	4	2	4	4	4	3	1	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 10	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 11	3	3	4	4	4	2	2	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 12	3	3	4	4	4	2	2	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 13	3	3	4	4	4	2	2	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 14	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 15	3	3	4	4	4	2	2	3	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 16	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 17	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 18	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 19	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 20	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Total	Validator					S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	∑ S	n (c-1)	V	Ket
	I	II	III	IV	V									
	76	61	79	80	80	56	41	59	60	60	276	300	0.92	Valid

6. Kemungkinan Soal dapat terselesaikan														
Butir	Validator					S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	Σ S	n (c-1)	V	Ket
	I	II	III	IV	V									
Butir 1	4	3	3	4	4	3	2	2	3	3	13	15	0.866666667	Tidak Valid
Butir 2	4	4	3	4	4	3	3	3	2	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 3	4	4	3	4	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 4	4	4	3	4	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 5	4	4	3	4	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 6	4	4	3	4	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 7	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 8	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 9	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 10	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 11	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 12	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 13	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 14	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 15	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 16	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 17	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 18	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 19	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 20	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Total	Validator					S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	Σ S	n (c-1)	V	Ket
	I	II	III	IV	V									
	78	78	74	80	80	58	58	54	60	60	290	300	0.966666667	Valid

7. Keberagaman Soal													
Butir	Validator				S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	$\sum S$	n (c-1)	V	Ket
	I	II	III	IV									
Butir 1	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 2	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 6	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 7	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 8	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 9	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 10	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 11	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 12	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 13	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 14	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 15	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 16	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 17	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 18	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 19	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 20	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir	Validator				S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	$\sum S$	n (c-1)	V	Ket
	I	II	III	IV									
	78	80	80	80	58	60	60	60	60	298	300	0.993333333	Valid

B. Aspek Relevansi

1. Kesesuaian soal dengan indikator pemahaman konsep														
Butir	Validator				S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	$\sum S$	n (c-1)	V	Ket	
	I	II	III	IV										
Butir 1	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid	
Butir 2	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 3	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 4	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 5	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 6	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 7	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 8	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 9	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 10	3	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 11	4	4	3	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 12	4	4	3	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 13	4	4	3	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 14	4	4	3	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 15	4	4	3	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 16	4	4	3	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 17	4	4	3	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 18	4	4	3	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 19	4	4	3	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Butir 20	4	4	3	4	3	3	2	3	3	14	15	0.933333333	Valid	
Total	71	80	70	80	51	60	50	60	60	281	300	0.936666667	Valid	

C. Aspek Bahasa

1. Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah yang baik dan benar														
Butir	Validator					S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	$\sum S$	n (c-1)	V	Ket
	I	II	III	IV	V									
Butir 1	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 2	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 6	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 7	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 8	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 9	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 10	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 11	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 12	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 13	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 14	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 15	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 16	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 17	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 18	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 19	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 20	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Total	74	78	80	80	80	54	58	60	60	60	292	300	0.973333333	Valid

2. Bahasa yang digunakan jelas sehingga tidak menimbulkan penafsiran ganda														
Butir	Validator				S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	∑ S	n (c-1)	V	Ket	
	I	II	III	IV										V
Butir 1	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 2	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 5	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 6	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 7	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 8	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 9	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 10	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 11	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 12	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 13	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 14	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 15	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Butir 16	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 17	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 18	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 19	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	15	15	1	Valid
Butir 20	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	14	15	0.933333333	Valid
Total	Validator				S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	∑ S	n (c-1)	V	Ket	
	I	II	III	IV										V
	74	75	80	80	54	55	60	60	60	289	300	0.963333333	Valid	

Lampiran 29

Hasil Analisis Validitas, Reliabilitas, Tingkat Kesukaran, dan Daya Beda Soal

Responden		1	2	3	4	5
ASSYIFA SALSABILA WIBOWO	UC1	3	2	3	4	4
DYAH PRAMESTHI NIRMALA SARI	UC2	3	4	4	4	5
HANIFATUNIKMAH	UC3	5	3	4	3	0
HELGA FARRAS PRATAMA	UC4	3	3	4	3	0
FEMA MELYADA ANGGRENI	UC5	3	2	5	4	5
RANGGA DISWARA	UC6	3	3	3	3	1
BRIGITTA DARAYU RESWARA	UC7	3	4	5	4	2
INA FANDY NURFADILLAH	UC8	3	5	4	4	0
NOVA ARSITA CHINTYA SARI	UC9	3	4	3	4	0
RAMADIAN AZKA MAHADINATA	UC10	5	5	3	4	0
MARIA ASSUMPTA DIVANDA URAN	UC11	3	3	4	4	0
ANDI REZA KAMAL MAKKAWARU	UC12	3	2	3	0	0
TANISHA ARDIS RAMADHANIS	UC13	3	2	4	3	4
JANUAR AJI SAPUTRA	UC14	4	3	4	4	3
NAYZILA KRISTIAN RAHMA DHANI	UC15	4	1	0	4	0
AUFKLARUNG GILBY	UC16	5	5	3	4	3
IQQALL RACHMADHANI SURYA PUTRA	UC17	3	4	3	4	3
MOSES MUHAMMAD SUSANTO	UC18	3	3	4	4	0
MUHAMMAD RIZKY ZIDANE	UC19	4	3	3	3	0
ARDENAL PURWANTO	UC20	3	1	1	4	3
NIKOLAS SURYA ADI SAPUTRA	UC21	3	2	4	3	0
QOSIM	UC22	3	2	4	3	0
Validitas	R Hitung	0.015999	0.297265	0.31552	0.066834	0.303098
	R Tabel	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433
	Keterangan	Tidak Vali	Tidak Vali	Tidak Vali	Tidak Vali	Tidak Vali
Reliabilitas	Varians	0.538961	1.428571	1.300866	0.833333	3.5
	Jumlah Varians	37.93074				
	Varians Total	176.0519				
	Reliabilitas	0.82584				
	Keterangan	Reliabel				
TK	$\sum X$	75	66	75	77	33
	P	0.681818	0.6	0.681818	0.7	0.3
	Ket	Sedang	Sedang	Sedang	Mudah	Sedang
Daya Beda	RA	3.363636	3.454545	3.818182	3.727273	1.545455
	RB	3.454545	2.545455	3	3.272727	1.454545
	SM	5	5	5	5	5
	DB	-0.01818	0.181818	0.163636	0.090909	0.018182
	Ket	Jelek	Jelek	Jelek	Jelek	Jelek
Kesimpulan		Dibuang	Dibuang	Dibuang	Dibuang	Dibuang

Responden		1	6	7	8	9	10
ASSYIFA SALSABILA WIBOWO	UC1	3	2	1	3	3	3
DYAH PRAMESTHI NIRMALA SARI	UC2	3	5	3	4	4	3
HANIFATUNIKMAH	UC3	5	0	4	4	4	3
HELGA FARRAS PRATAMA	UC4	3	2	4	4	4	3
FEMA MELYADA ANGGRENI	UC5	3	4	4	4	4	3
RANGGA DISWARA	UC6	3	0	4	3	4	1
BRIGITTA DARAYU RESWARA	UC7	3	0	4	1	4	3
INA FANDY NURFADILLAH	UC8	3	4	4	4	4	3
NOVA ARSITA CHINTYA SARI	UC9	3	4	4	4	3	3
RAMADIAN AZKA MAHADINATA	UC10	5	2	4	4	3	3
MARIA ASSUMPTA DIVANDA URAN	UC11	3	4	4	4	4	3
ANDI REZA KAMAL MAKKAWARU	UC12	3	4	4	4	5	3
TANISHA ARDIS RAMADHANIS	UC13	3	0	1	1	3	3
JANUAR AJI SAPUTRA	UC14	4	0	4	1	1	3
NAYZILA KRISTIAN RAHMA DHANI	UC15	4	4	0	4	0	0
AUFKLARUNG GILBY	UC16	5	2	4	0	0	0
IQQALL RACHMADHANI SURYA PUTRA	UC17	3	2	3	1	0	0
MOSES MUHAMMAD SUSANTO	UC18	3	0	0	0	0	0
MUHAMMAD RIZKY ZIDANE	UC19	4	0	0	0	0	0
ARDENAL PURWANTO	UC20	3	0	0	0	0	0
NIKOLAS SURYA ADI SAPUTRA	UC21	3	0	0	0	0	0
QOSIM	UC22	3	0	0	0	0	0
Validitas	R Hitung	0.015999	0.491188	0.679574	0.782079	0.815261	0.756617
	R Tabel	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433
	Keterangan	Tidak Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid
Reliabilitas	Varians	0.538961	3.422078	3.307359	3.255411	3.636364	2.155844
	Jumlah Varians	37.93074					
	Varians Total	176.0519					
	Reliabilitas	0.82584					
TK	Keterangan	Reliabel					
	ΣX	75	39	56	50	50	40
	P	0.681818	0.354545	0.509091	0.454545	0.454545	0.363636
Daya Beda	Ket	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
	RA	3.363636	2.454545	3.636364	3.545455	3.727273	2.818182
	RB	3.454545	1.090909	1.454545	1	0.818182	0.818182
	SM	5	5	5	5	5	5
	DB	-0.01818	0.272727	0.436364	0.509091	0.581818	0.4
	Ket	Jelek	Cukup	Baik	Baik	Baik	Cukup
Kesimpulan		Dibuang	Dipakai	Dipakai	Dipakai	Dipakai	Dipakai

Responden		No. Soal							
		1	11	12	13	14	15		
ASSYIFA SALSABILA WIBOWO	UC1	3	3	4	3	3	3		3
DYAH PRAMESTHI NIRMALA SARI	UC2	3	2	4	0	4			5
HANIFATUNIKMAH	UC3	5	0	4	4	4			0
HELGA FARRAS PRATAMA	UC4	3	2	1	3	3			4
FEMA MELYADA ANGGRENI	UC5	3	0	0	5	0			0
RANGGA DISWARA	UC6	3	4	1	3	3			4
BRIGITTA DARAYU RESWARA	UC7	3	3	0	0	0			0
INA FANDY NURFADILLAH	UC8	3	0	0	0	0			0
NOVA ARSITA CHINTYA SARI	UC9	3	0	0	0	0			0
RAMADIAN AZKA MAHADINATA	UC10	5	0	0	0	0			0
MARIA ASSUMPTA DIVANDA URAN	UC11	3	0	0	0	0			0
ANDI REZA KAMAL MAKKAWARU	UC12	3	0	0	0	0			0
TANISHA ARDIS RAMADHANIS	UC13	3	0	0	0	0			0
JANUAR AJI SAPUTRA	UC14	4	0	0	0	0			0
NAYZILA KRISTIAN RAHMA DHANI	UC15	4	0	0	0	0			0
AUFKLARUNG GILBY	UC16	5	0	0	0	0			0
IQQALL RACHMADHANI SURYA PUTRA	UC17	3	0	0	0	0			0
MOSES MUHAMMAD SUSANTO	UC18	3	0	0	0	0			0
MUHAMMAD RIZKY ZIDANE	UC19	4	0	0	0	0			0
ARDENAL PURWANTO	UC20	3	0	0	0	0			0
NIKOLAS SURYA ADI SAPUTRA	UC21	3	0	0	0	0			0
QOSIM	UC22	3	0	0	0	0			0
Validitas	R Hitung	0.015999	0.534895	0.664736	0.611871	0.719274	0.630846		
	R Tabel	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433		
	Keterangan	Tidak Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid		
Reliabilitas	Varians	0.538961	1.575758	1.95671	2.536797	2.183983	2.588745		
	Jumlah Varians	37.93074							
	Varians Total	176.0519							
	Reliabilitas	0.82584							
TK	Keterangan	Reliabel							
	ΣX	75	14	14	18	17	16		
	P	0.681818	0.127273	0.127273	0.163636	0.154545	0.145455		
Daya Beda	Ket	Sedang	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar		
	RA	3.363636	1.272727	1.272727	1.636364	1.545455	1.454545		
	RB	3.454545	0	0	0	0	0		
	SM	5	5	5	5	5	5		
	DB	-0.01818	0.254545	0.254545	0.327273	0.309091	0.290909		
	Ket	Jelek	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup		
Kesimpulan		Dibuang	Dipakai	Dipakai	Dipakai	Dipakai	Dipakai		

Responden		No. Soal							Total
		1	16	17	18	19	20		
ASSYIFA SALSABILA WIBOWO	UC1	3	1	1	0	0	1	47	
DYAH PRAMESTHI NIRMALA SARI	UC2	3	2	0	0	0	0	56	
HANIFATUNIKMAH	UC3	5	5	0	0	0	0	47	
HELGA FARRAS PRATAMA	UC4	3	0	0	0	0	4	47	
FEMA MELYADA ANGGRENI	UC5	3	3	0	0	0	0	46	
RANGGA DISWARA	UC6	3	0	1	0	0	0	41	
BRIGITTA DARAYU RESWARA	UC7	3	2	0	0	0	0	35	
INA FANDY NURFADILLAH	UC8	3	0	0	0	0	0	35	
NOVA ARSITA CHINTYA SARI	UC9	3	3	0	0	0	0	35	
RAMADIAN AZKA MAHADINATA	UC10	5	2	0	0	0	0	35	
MARIA ASSUMPTA DIVANDA URAN	UC11	3	0	0	0	0	0	33	
ANDI REZA KAMAL MAKKAWARU	UC12	3	3	0	0	0	0	31	
TANISHA ARDIS RAMADHANIS	UC13	3	0	0	0	0	0	24	
JANUAR AJI SAPUTRA	UC14	4	0	0	0	0	0	27	
NAYZILA KRISTIAN RAHMA DHANI	UC15	4	2	0	4	0	0	23	
AUFKLARUNG GILBY	UC16	5	0	0	0	0	0	26	
IQQALL RACHMADHANI SURYA PUTRA	UC17	3	0	0	0	0	0	23	
MOSES MUHAMMAD SUSANTO	UC18	3	0	0	0	0	0	14	
MUHAMMAD RIZKY ZIDANE	UC19	4	0	0	0	0	0	13	
ARDENAL PURWANTO	UC20	3	0	0	0	0	0	12	
NIKOLAS SURYA ADI SAPUTRA	UC21	3	0	0	0	0	0	12	
QOSIM	UC22	3	0	0	0	0	0	12	
Validitas	R Hitung	0.015999	0.518458	0.325991	-0.12855	#DIV/0!	0.337846		
	R Tabel	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433		
	Keterangan	Tidak Valid	Valid	Tidak Valid	Tidak Valid	#DIV/0!	Tidak Valid		
Reliabilitas	Varians	0.538961	2.140693	0.08658	0.727273	0	0.755411		
	Jumlah Varians	37.93074							
	Varians Total	176.0519							
	Reliabilitas	0.82584							
	Keterangan	Reliabel							
TK	ΣX	75	23	2	4	0	5		
	P	0.681818	0.209091	0.018182	0.036364	0	0.045455		
	Ket	Sedang	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar		
Daya Beda	RA	3.363636	1.636364	0.181818	0	0	0.454545		
	RB	3.454545	0.454545	0	0.363636	0	0		
	SM	5	5	5	5	5	5		
	DB	-0.01818	0.236364	0.036364	-0.07273	0	0.090909		
	Ket	Jelek	Cukup	Jelek	Jelek	Jelek	Jelek		
Kesimpulan		Dibuang	Dipakai	Dibuang	Dibuang	Dibuang	Dibuang		

Lampiran 30

Soal Pretest dan Posttest Uji Pemahaman Konsep

SOAL PRETEST

Mata Pelajaran	: Fisika	Jumlah Soal	: 10 Soal
Alokasi Waktu	: 1x45 menit	Materi Pokok	: Gelombang Bunyi

PETUNJUK MENERJAKAN SOAL

- Berdoalah terlebih dahulu sebelum mengerjakan soal
- Kerjakan sesuai waktu yang telah ditentukan oleh guru
- Kerjakan soal dengan sungguh-sungguh dan bertanggungjawab
- Yakinkan pada jawaban sendiri, hindari mencontek teman maupun membuka buku atau sumber lain
- Tulislah identitas dengan lengkap pada lembar jawab

Kerjakan soal berikut dengan teliti dan benar!

1. Di sebuah ruangan Bioskop biasanya di semua sisi ruangnya dipenuhi dengan busa atau bahan berpori lainnya. Hal tersebut bertujuan untuk meredam bunyi agar tidak menggema didalam ruangan tersebut. Perhatikan tabel berikut!

Medium	Massa jenis	Cepat Rambat Bunyi (m/s)
Udara (0°C)	$1,2 \text{ kg/m}^3$	331
Udara (15°C)	$1,2 \text{ kg/m}^3$	340

Pada suatu ketika, seseorang mendengarkan kembali suaranya sebagai gema dari sebuah tebing setelah waktu 4 detik. Apabila γ adalah perbandingan panas jenis udara pada tekanan dan volume konstan sedangkan orang tersebut mengetahui bahwa suhu saat itu T kelvin dan massa molar udara adalah M, maka orang tersebut dapat menentukan jarak tersebut menurut persamaan apa dan fenomena tersebut dalam kegiatan lain dapat dimanfaatkan dalam apa?

2. Seorang pembuat alat musik sedang bereksperimen dengan berbagai jenis kawat untuk digunakan sebagai dawai. Dia mencoba kawat dengan massa jenis yang berbeda untuk melihat efeknya terhadap frekuensi bunyi. Jika dibuat sebuah percobaan sepotong kawat yang panjangnya 80 cm dan massanya 16 gram dijepit kedua ujungnya dan terentang tegang dengan tegangan 800 N. Tentukan!
 - a. frekuensi nada atas kesatu
 - b. bagaimana pengaruh massa dawai terhadap frekuensi yang dihasilkan berdasarkan persamaan yang kalian gunakan?

3. Seseorang menggetarkan dawai sepanjang 1 m diberi tegangan 100 N. pada saat dawai digetarkan dengan frekuensi 500 Hz, di sepanjang dawai terbentuk 10 perut. Tentukan!
 - a. massa Dawai tersebut!
 - b. jika kalian amati dalam kehidupan, setiap kalian melakukan gerak selalu menghasilkan bunyi tanpa kalian sadari. Jelaskan bagaimana bunyi itu bisa tercipta dan mengapa dawai yang digetarkan bisa menghasilkan bunyi?
4. Seorang mahasiswa fisika sedang melakukan percobaan dengan pipa organa untuk mempelajari perbedaan antara pipa tertutup dan pipa terbuka. Jika terdapat sebuah pipa organa tertutup panjangnya 60 cm. Jika cepat rambat bunyi 340 m/s, maka
 - a. nada atas ketiga
 - b. nada atas kelima
 - c. bagaimana jika kedua nada tadi terjadi pada pipa organa terbuka?
5. Pipa organa terbuka yang panjangnya 25 cm menghasilkan frekuensi nada dasar sama dengan frekuensi yang dihasilkan oleh dawai yang panjangnya 150 cm. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s dan cepat rambat gelombang transversal pada dawai adalah 510 m/s, Tentukan!
 - a. nada yang dihasilkan dawai
 - b. bagaimana pengaruh panjangnya dawai terhadap nada yang dihasilkannya?
6. Perhatikan gambar berikut!



Suatu ketika, Andi sedang berjalan-jalan di Jalan Raya untuk menikmati suasana sore di kota. Tidak berselang lama, andi tiba-tiba menghentikan langkahnya dikarenakan ia mendengarkan sirine mobil *ambulance* semakin mendekat. Ketika mobil tersebut semakin mendekat, suara sirinenya semakin jelas. Jelaskan bagaimana peristiwa itu bisa terjadi

7. Seorang Pilot yang pesawat terbangnya menuju ke menara bandara mendengar bunyi sirine menara dengan frekuensi 2000 Hz. Jika sirine memancarkan bunyi dengan frekuensi 1700 Hz, dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, Tentukan!

- a. kecepatan pesawat terbang
 - b. bagaimana frekuensi bunyi sirine yang diterima Pilot jika pesawatnya menjauhi menara?
8. Sebuah mobil ambulans bergerak dengan kelajuan 144 km/jam sambil membunyikan sirine dengan frekuensi 2000 Hz. Sebuah sepeda motor bergerak dengan kelajuan 40 m/s berlawanan arah kemudian berpapasan dengan mobil ambulans. Jika cepat rambat bunyi di udara adalah 320 m/s, maka Tentukan!
- a. perbandingan frekuensi yang didengar oleh pengendara sepeda motor saat mendekati dan menjauhi mobil ambulans
 - b. setelah salian amati dari persamaan efek Doppler dan percobaan yang kalian lakukan, jelaskan bagaimana hubungan antara kecepatan sumber bunyi terhadap frekuensi yang diterima pendengar?
9. Mobil A mendekati pengamat P (diam) dengan kecepatan 30 m/s sambil membunyikan sirine berfrekuensi 504 Hz. Saat itu juga mobil B mendekati P dari arah yang berlawanan dengan A, pada kecepatan 20 m/s sambil membunyikan sirine berfrekuensi 518 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara 300 m/s, maka
- a. Farhan sedang berlatih bermain gitar di rumahnya. Di kamar yang sama, ada sebuah metronom yang berdetak dengan frekuensi tertentu. Farhan mencoba untuk menyelaraskan nada gitar yang ia mainkan dengan detak metronom tersebut. Namun, ia mendengar adanya fluktuasi dalam volume suara yang ia dengar, yang naik dan turun secara periodik. Dari peristiwa yang dialami farhan tersebut, buatlah kesimpulan bagaimana peristiwa pelayangan bunyi bisa terjadi!
 - b. frekuensi layangan yang didengar oleh pendengar P
10. Rangga berdiri diam di tepi jalan untuk mengamati peristiwa pelayangan bunyi (perbedaan frekuensi yang dia dengar). Dari sebelah kanan sebuah ambulance melaju ke arahnya dengan kecepatan 30 m/s sambil membunyikan frekuensi sebesar 1200 Hz, kemudian dari sebelah kiri melaju ke arahnya sebuah mobil pemadam kebakaran dengan kecepatan 40 m/s sambil membunyikan frekuensi sebesar 870 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara sebesar 330 m/s, Tentukan!
- a. besar pelayangan bunyi yang didengar Rangga!
 - b. jika frekuensi ambulance lebih kecil daripada frekuensi mobil pemadam kebakaran, maka simpulkan bagaimana yang terjadi!

Lampiran 31

Hasil Analisis Normalitas Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Case Processing Summary

Kelas		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
Hasil Belajar	PreTest Eksperimen	30	100.0%	0	0.0%	30	100.0%
	PostTest Eksperimen	30	100.0%	0	0.0%	30	100.0%
	Pretest Control	27	100.0%	0	0.0%	27	100.0%
	PostTest Control	27	100.0%	0	0.0%	27	100.0%

Tests of Normality

Kelas		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Belajar	PreTest Eksperimen	.194	30	.005	.953	30	.209
	PostTest Eksperimen	.174	30	.021	.942	30	.101
	Pretest Control	.188	27	.048	.964	27	.458
	PostTest Control	.110	27	.200 [*]	.976	27	.766

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 32

Hasil Analisis Homogenitas Kelas Eksperimen dan Kontrol

Test of Homogeneity of Variances

Hasil Belajar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
11.029	3	110	.000

Lampiran 33

Hasil Analisis Uji *Independent Sample t-test*

Uji *Independent t-test* sebelum dilakukan perlakuan

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Pretest	Equal variances assumed	.086	.770
	Equal variances not assumed		

Independent Samples Test

t-test for Equality of Means						
t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
-1.681	55	.098	-3.61481	2.15060	-7.92472	.69509
-1.675	53.343	.100	-3.61481	2.15860	-7.94376	.71413

Uji *Independent t-test* setelah dilakukan perlakuan

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Posttest	Equal variances assumed	16.715	.000
	Equal variances not assumed		

Independent Samples Test						
t-test for Equality of Means						
t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
10.978	55	.000	38.53333	3.50994	31.49926	45.56741
10.566	33.702	.000	38.53333	3.64708	31.11915	45.94751

Lampiran 34

Hasil Analisis N-Gain Kelas Eksperimen dan Kontrol

A. N-Gain Kelas Eksperimen

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Gain_Skor	30	.62	1.00	.8008	.09966
Gain_Percent	30	62.07	100.00	80.0848	9.96577
Valid N (listwise)	30				

B. N-Gain Kelas Kontrol

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Gain_Skor	27	-.11	.92	.2702	.27392
Gain_Percent	27	-10.71	92.31	27.0210	27.39181
Valid N (listwise)	27				

Lampiran 35

Hasil Analisis *Effect Size* Kelas Eksperimen dan Kontrol

A. *Effect Size* Kelas Eksperimen

t-test for Equality of Means						
t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
10.978	55	.000	1.64496816	.14983752	1.34468706	1.94524925
10.566	33.702	.000	1.64496816	.15569204	1.32846068	1.96147563

B. *Effect Size* Kelas Kontrol

t-test for Equality of Means						
t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
-1.681	55	.098	-.43878946	.26105397	-.96195330	.08437438
-1.675	53.343	.100	-.43878946	.26202429	-.96426466	.08668573

Lampiran 36

Modul Ajar Kelas Eksperimen

MODUL AJAR KELAS EKSPERIMEN

MODEL DISCOVERY LEARNING

I. INFORMASI UMUM

A. IDENTITAS SEKOLAH

1. Nama Penyusun : Ali Khasan Al Farishi
2. Status Pendidikan : SMA Negeri 1 Semarang
3. Tahun Ajaran : 2023/2024
4. Semester : Genap
5. Mata Pelajaran : Fisika
6. Kelas/Fase : XI/F
7. Ruang Lingkup : Gelombang Bunyi
8. Alokasi Waktu : 2JP (2 x 45 menit)

B. KOMPETENSI AWAL

1. Peserta didik telah memahami besaran-besaran yang berkaitan dengan getaran
2. Peserta didik telah memahami besaran sudut dalam lingkaran dan persamaan trigonometri

C. CAPAIAN PEMBELAJARAN

Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor, kinematika dan dinamika gerak, fluida, gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor.

D. PROFIL PELAJAR PANCASILA

1. Beriman kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia.
2. Bergotong-royong.
3. Kreatif.
4. Mandiri.
5. Bermalar kritis.
6. Berkebhinekaan global.

E. SARANA DAN PRASARANA

1. Laptop
2. Gawai
3. LCD Proyektor
4. ATM (Alat Tulis Menulis)

F. TARGET PESERTA DIDIK

Pelajar SMA Negeri 1 Semarang

G. MODEL PEMBELAJARAN

Discovery Learning (Pembelajaran tatap muka). Berikut sintaks model pembelajaran discovery learning.

1. Pemberian rangsangan (*stimulation*);
2. Pernyataan/identifikasi masalah (*problem statement*);
3. Pengumpulan data (*data collection*);
4. Pengolahan data (*data processing*);
5. Pembuktian (*verification*); dan
6. Menarik simpulan/generalisasi (*generalization*).

II. KOMPONEN INTI**A. TUJUAN PEMBELAJARAN**

1. Peserta didik dapat mendeskripsikan gejala-gejala gelombang dalam kehidupan sehari-hari.
2. Peserta didik dapat mendeskripsikan besaran-besaran gelombang melalui suatu percobaan.
3. Peserta didik dapat mengidentifikasi beberapa fenomena gelombang sehari-hari yang dapat dijelaskan melalui prinsip-prinsip gelombang.

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

Peserta didik memahami konsep-konsep umum gelombang bunyi, besaran, sumber, dan fenomena terkait gelombang bunyi.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

1. Apa kalian pernah melemparkan batu di air kolam? Apa yang terjadi?
2. Bagaimana bunyi bisa terdengar oleh telinga kalian?
3. Bagaimana ilmuwan bisa tahu kedalaman air laut di lautan lepas? Apakah mereka pakai meteran? Mistar? Ataukah yang lain?

D. KARAKTERISTIK PESERTA DIDIK

√	Peserta didik regular/tipikal
	Peserta didik dengan kesulitan belajar
	Peserta didik berprestasi tinggi
	Peserta didik dengan ketunaan

E. MATERI AJAR

- Pengertian gelombang bunyi
- Cepat rambat gelombang bunyi pada beberapa medium

Ringkasan Kegiatan Inti	Metode	Pengaturan Siswa
Pengertian gelombang bunyi dan Cepat rambat bunyi pada beberapa medium Pertemuan 2 1. Peserta didik melakukan diskusi dan percobaan: • Pengertian gelombang • Besaran pada gelombang • Cara yang bisa digunakan untuk mengukur kedalaman laut 2. Peserta didik membuat laporan hasil diskusi.	Diskusi dan percobaan	Berkelompok (5-6 siswa)

Persiapan Pembelajaran

1. Siapkan terlebih dahulu bahan untuk demonstrasi dan eksperimen.
2. Siapkan dulu tampilan/power point terkait gelombang bunyi.
3. Siapkan gambar/video yang akan disajikan dalam kegiatan pembuka.
4. Siapkan terlebih dahulu LKPD-nya.

Pertemuan 1

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pembukaan		
• Guru mengucapkan salam, menyapa dan memeriksa kehadiran	• Peserta didik berdoa sebelum pembelajaran dimulai	5 menit

peserta didik		
Guru meminta peserta didik untuk memimpin doa secara bersama-sama		
Pendahuluan		
- Guru menyampaikan pertanyaan pemantik yang telah disediakan - Guru menampilkan gambar pendukung pertanyaan pemantik   - Guru memberikan jawaban dan penguatan dari pertanyaan pemantik	- Peserta didik mendengarkan pertanyaan dan gambar pemantik dari guru - Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru	10 menit
Kegiatan Inti		
- Peserta didik diajak untuk menyampaikan pertanyaan dan ide-ide mereka setelah mendapatkan penjelasan mengenai pertanyaan pemantik - Guru memberikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk dikerjakan secara berkelompok dan memahami materi yang telah ada - Guru menuntun peserta didik dalam pengerjaan LKPD	- Peserta didik mengerjakan secara berkelompok: - Memahami pengertian gelombang - Memahami pengertian gelombang bunyi - Peserta didik memahami besaran yang ada pada gelombang bunyi - Mendiskusikan mengenai cara ilmuwan bisa mengukur kedalaman laut lepas - Melakukan percobaan sederhana	70 menit

	mengukur kedalaman menggunakan Sonar.	
Guru mempersilahkan peserta didik untuk mempresentasikan hasil pengerjaannya bersama kelompoknya	- Secara berkelompok, peserta didik mempresentasikan hasil pengerjaan kelompoknya - Peserta didik lain yang tidak presentasi memberi tanggapan atau bertanya setelah presentasi dilaksanakan.	
Penutup		
- Guru memberikan feedback berupa pembalasan seluruh aktivitas pembelajaran. - Guru menyampaikan bahwa materi pada pertemuan berikutnya adalah Resonansi Bunyi - Guru mengarahkan peserta didik untuk mengisi lembar refleksi - Guru mengucapkan salam penutup dan mempersilakan peserta didik untuk berdoa	- Peserta didik menyimak penjelasan - Peserta didik mengisi lembar refleksi - Peserta didik berdoa	5 menit

Pertemuan 2

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pembukaan		
- Guru mengucapkan salam, menyapa dan memeriksa kehadiran peserta didik - Guru meminta peserta didik untuk memimpin doa secara bersama-sama	Peserta didik berdoa sebelum pembelajaran dimulai	5 menit
Pendahuluan		
- Guru menyampaikan pertanyaan pemantik yang telah disediakan - Guru menampilkan gambar pendukung pertanyaan pemantik	- Peserta didik mendengarkan pertanyaan dan gambar pemantik dari guru - Peserta didik	10 menit

 • Pendidik mengarahkan peserta didik untuk berdiskusi mengenai pertanyaan pemantik yang telah dipaparkan	menjawab pertanyaan dari guru	
Kegiatan Inti		
• Peserta didik diajak untuk menyampaikan pertanyaan dan ide-ide mereka setelah mendapatkan penjelasan mengenai pertanyaan pemantik • Guru memberikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk dikerjakan secara berkelompok dan melakukan kegiatan yang telah ada dalam LKPD • Guru menuntun peserta didik dalam pengerjaan LKPD	• Peserta didik mengerjakan LKPD secara berkelompok: 1) Memahami frekuensi bunyi 2) Memahami pengertian dan fenomena resonansi bunyi 3) Melakukan kegiatan percobaan dengan acuan yang telah ada dalam LKPD	70 menit
• Guru mempersilahkan peserta didik untuk mempresentasikan hasil pengerjaannya bersama kelompoknya	• Secara berkelompok, peserta didik mempresentasikan hasil pengerjaan kelompoknya • Peserta didik lain yang tidak presentasi memberi tanggapan atau bertanya setelah presentasi	

	dilaksanakan.	
Penutup		
- Guru memberikan feedback berupa pembahasan seluruh aktivitas pembelajaran. - Guru menyampaikan bahwa materi pada pertemuan berikutnya adalah fenomena Efek Doppler - Guru mengarahkan peserta didik untuk mengisi lembar refleksi - Guru mengucapkan salam penutup dan mempersilakan peserta didik untuk berdoa	- Peserta didik menyimak penjelasan - Peserta didik mengisi lembar refleksi - Peserta didik berdoa	5 menit

Pertemuan 3

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pembukaan		
- Guru mengucapkan salam, menyapa dan memeriksa kehadiran peserta didik - Guru meminta peserta didik untuk memimpin doa secara bersama-sama	Peserta didik berdoa sebelum pembelajaran dimulai	5 menit
Pendahuluan		
- Guru menyampaikan pertanyaan pemantik yang telah disediakan - Guru menampilkan gambar pendukung pertanyaan pemantik 	- Peserta didik mendengarkan pertanyaan dan gambar pemantik dari guru - Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru	10 menit

		
Kegiatan Inti		
• Peserta didik diajak untuk menyampaikan pertanyaan dan ide-ide mereka setelah mendapatkan penjelasan mengenai pertanyaan pemantik • Guru memberikan jawaban dan penguatan dari pertanyaan pemantik • Guru memberikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk dikerjakan secara berkelompok dan memahami materi yang telah ada • Guru menunjuk peserta didik dalam pengerjaan LKPD	• Peserta didik mengerjakan LKPD secara berkelompok: 1) Memahami fenomena akibat adanya gelombang bunyi 2) Memahami pengertian efek Doppler 3) Peserta didik memahami persamaan dan dapat memahami akibat dari efek Doppler 4) Melakukan kegiatan percobaan yang telah ada di dalam LKPD	70 menit
• Guru mempersilahkan peserta didik untuk mempresentasikan hasil pengerjaannya bersama kelompoknya	• Secara berkelompok, peserta didik mempresentasikan hasil pengerjaan kelompoknya • Peserta didik lain yang tidak presentasi memberi tanggapan atau bertanya setelah presentasi dilaksanakan.	
Penutup		
• Guru memberikan feedback berupa pembahasan seluruh aktivitas pembelajaran. • Guru menyampaikan bahwa materi pada bab gelombang bunyi telah selesai, maka akan dilanjutkan pada materi	• Peserta didik menyimak penjelasan • Peserta didik mengisi lembar refleksi • Peserta didik berdoa	5 menit

gelombang cahaya • Guru mengarahkan peserta didik untuk mengisi lembar refleksi • Guru mengucapkan salam penutup dan mempersilakan peserta didik untuk berdoa		
---	--	--

F. REFLEKSI GURU

Lembar Refleksi Guru

No.	Refleksi	Penjelasan
1)	Persentase keterlaksanaan rancangan kegiatan pembelajaran (%)	Persentase keterlaksanaan: % Keterangan:
2)	Kendala yang dihadapi selama kegiatan pembelajaran	
3)	Catatan perbaikan untuk mengatasi kendala pada kegiatan pembelajaran berikutnya	
4)	Peserta didik yang mengalami kesulitan	1) Nama : Uraian Kesulitan : 2) Nama : Uraian Kesulitan : dst.
5)	Catatan positif peserta didik	1) Nama : Catatan Positif : 2) Nama : Catatan Positif : dst.
6)	Catatan lainnya	

G. ASESMEN FORMATIF

1) Aspek Pemahaman Sains

Materi	Indikator	Aktivitas
Pertemuan ke-1: Pengertian Gelombang Bunyi dan pemanfaatannya	Peserta didik mengidentifikasi konsep gelombang bunyi secara umum	Terlampir pada LKPD:
	Peserta didik mampu menyelesaikan percobaan sonar sederhana	Terlampir pada LKPD:
Pertemuan ke-2: Resonansi Bunyi	Peserta didik mengidentifikasi konsep cepat rambat bunyi	Terlampir pada LKPD:
	Peserta didik mengidentifikasi peristiwa resonansi pada bunyi	Terlampir pada LKPD:
Pertemuan ke-3: Efek Doppler	Peserta didik mengidentifikasi konsep terjadinya Efek Doppler	Terlampir pada LKPD:
	Peserta didik mengidentifikasi akibat adanya efek Doppler	Terlampir pada LKPD:

2) Aspek Keterampilan Proses

• Rubrik Penilaian Presentasi

No.	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Kurang (1 poin)	Cukup (2 poin)	Baik (3 poin)	Sangat Baik (4 poin)
1	Sistematika Presentasi	Materi presentasi diajukan secara tidak runtut dan tidak sistematis	Materi presentasi diajukan secara kurang runtut dan tidak sistematis	Materi presentasi diajukan secara runtut tetapi kurang sistematis	Materi presentasi diajukan secara runtut dan sistematis
2	Penggunaan bahasa	Menggunakan bahasa yang baik, kurang baku, dan tidak terstruktur	Menggunakan bahasa yang baik, kurang baku, dan terstruktur	Menggunakan bahasa yang baik, baku, tetapi kurang terstruktur	Menggunakan bahasa yang baik, baku dan terstruktur
3	Kejelasan	Artikulasi	Artikulasi	Artikulasi	Artikulasi

	menyampaikan	kurang jelas, suara tidak terdengar, bertele-tele	jelas, suara terdengar, tetapi bertele-tele	kurang jelas, suara terdengar, tidak bertele-tele	jelas, suara terdengar, tidak bertele-tele
4	Komunikatif	Membaca catatan sepanjang menjelaskan	lebih banyak menatap catatan saat menjelaskan dari pada audiens	lebih banyak menatap audiens saat menjelaskan dari pada catatan, tanpa ada gestur tubuh	lebih banyak menatap audiens saat menjelaskan dari pada catatan, dan menggunakan gestur yang membuat audiens memperhatikan
5	Kebenaran Konsep	Menjelaskan 1 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 2 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 3 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan seluruh konsep esensial dengan benar

• Rubrik Laporan Praktikum

Deskripsi	Skala		
Data Percobaan - Jelas - Tanpa rekayasa Sesuai dengan prosedur eksperimen	Mencakup ketiga kriteria dengan lengkap	Mencakup 1-2 kriteria yang telah disebutkan lengkap	Mencakup satu kriteria, tetapi ambigu
Analisis Data - Jelas - Dapat diterima secara logika - Memberikan alasan yang jelas terhadap analisis yang diberikan Mudah dimengerti	Mencakup keempat kriteria dengan lengkap dan jelas	Mencakup 2-3 kriteria yang telah disebutkan dengan jelas dan lengkap	Mencakup satu kriteria dengan jelas dan lengkap
Kesimpulan - Sesuai dengan analisis data - Memberikan	Mencakup ketiga kriteria dengan lengkap	Mencakup 2-3 kriteria yang telah disebutkan dengan jelas dan lengkap	Mencakup satu kriteria, tetapi ambigu

aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, • Menjawab tujuan eksperimen			
--	--	--	--

H. REFLEKSI PESERTA DIDIK

Refleksi Peserta Didik

Bagaimana perasaanmu setelah mempelajari materi pada hari ini?
Lingkirlah angka di bawah ini yang mewakili perasaanmu.

			
1	2	3	4

1. Bagian mana yang menurutmu paling sulit dari pelajaran ini?

2. Apa yang akan kamu lakukan untuk memperbaiki atau meningkatkan hasil belajarmu?

3. Kepada siapa kamu akan meminta bantuan untuk memahami pelajaran ini?

4. Arsirlah bintang di bawah ini sesuai dengan nilai usaha yang telah kamu lakukan untuk memahami materi pembelajaran pada hari ini.









11

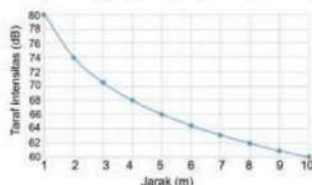
L. LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Tertampil

J. PENGAYAAN DAN REMIDIAL

a. Aktivitas Pengayaan

- Joko dan Susan memainkan sumber bunyi yang berbeda, Joko memetik dawai sepanjang L cm sedangkan Susan meniup pipa organa dengan ujung tertutup sepanjang D cm di mana $D : L = 3 : 4$. Menggunakan tuner mereka mengambil kesimpulan bahwa nada dasar dawai akan sama dengan nada atas pertama dari pipa organa ujung tertutup, dan frekuensi nada dasar dari pipa organa adalah 250 Hz. Jika cepat rambat bunyi pada dawai adalah 650 m/s, tentukan cepat rambat bunyi di dalam pipa organa!
- Siti bersepeda dengan kecepatan 10 m/s kemudian dari arah berlawanan sebuah ambulans mendekat dan kemudian melewati Siti dengan kecepatan 72 km/jam sambil membunyikan sirene dengan frekuensi 900 Hz. Jika cepat rambat bunyi udara adalah 330 m/s dan di depan ambulans terdapat tembok yang dapat memantulkan suara (anggap kecepatan suara tidak berubah), tentukan:
 - perbandingan frekuensi sirene yang terdengar oleh Siti saat ambulans mendekati dan menjauhi dirinya,
 - layangan bunyi yang didengar karena pantulan suara setelah ambulans melewati Siti.
- Seorang peneliti melakukan pengukuran hubungan taraf intensitas bunyi suatu mesin di sebuah pabrik terhadap jarak pengamat. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh grafik sebagai berikut.



- bagaimanakah hubungan jarak dan taraf intensitas bunyi
- tentukan nilai intensitas mesin pada jarak 2 meter
- tentukan taraf intensitas pada jarak 5 meter hingga ketelitian 0,01 dB

b. Aktivitas Remedial

Analisislah ulang percobaan yang telah dilakukan.

K. DAFTAR PUSTAKA

- Radjawane, Marianna Magdalena, Alvius Tinambunan, dan Suntar Jono.
(2022). *Buku Panduan Guru Fisika SMA/MA Kelas XI*. Jakarta Selatan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
- Radjawane, Marianna Magdalena, Alvius Tinambunan, dan Suntar Jono.
(2022). *Fisika untuk Siswa SMA/MA Kelas XI*. Jakarta Selatan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Lampiran 37

Modul Ajar Kelas Kontrol

MODUL AJAR KELAS KONTROL

MODEL DISCOVERY LEARNING

I. INFORMASI UMUM

A. IDENTITAS SEKOLAH

1. Nama Penyusun : Ali Khasan Al Farishi
2. Status Pendidikan : SMA Negeri 1 Semarang
3. Tahun Ajaran : 2023/2024
4. Semester : Genap
5. Mata Pelajaran : Fisika
6. Kelas/Fase : XI/F
7. Ruang Lingkup : Gelombang Bunyi
8. Alokasi Waktu : 2JP (2 x 45 menit)

B. KOMPETENSI AWAL

1. Peserta didik telah memahami besaran-besaran yang berkaitan dengan getaran
2. Peserta didik telah memahami besaran sudut dalam lingkaran dan persamaan trigonometri

C. CAPAIAN PEMBELAJARAN

Peserta didik mampu menerapkan kousep dan priusip vektor, kinematika dan dinamika gerak, fluida, gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan kkonsep kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor.

D. PROFIL PELAJAR PANCASILA

1. Beriman kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia.
2. Bergotong-royong.
3. Kreatif.
4. Mandiri.
5. Bemalar kritis.
6. Berkebhinekaan global.

E. SARANA DAN PRASARANA

1. Laptop
2. Gawai
3. LCD Proyektor
4. ATM (Alat Tulis Menulis)

F. TARGET PESERTA DIDIK

Pelajar SMA Negeri 1 Semarang

G. MODEL PEMBELAJARAN

Discovery Learning (Pembelajaran tatap muka). Berikut sintaks model pembelajaran discovery learning.

1. Pemberian rangsangan (*stimulation*);
2. Pernyataan/Identifikasi masalah (*problem statement*);
3. Pengumpulan data (*data collection*);
4. Pengolahan data (*data processing*);
5. Pembuktian (*verification*); dan
6. Menarik simpulan/generalisasi (*generalization*).

II. KOMPONEN INTI**A. TUJUAN PEMBELAJARAN**

1. Peserta didik dapat mendeskripsikan gejala-gejala gelombang dalam kehidupan sehari-hari.
2. Peserta didik dapat mendeskripsikan besaran-besaran gelombang melalui suatu percobaan.
3. Peserta didik dapat mengidentifikasi beberapa fenomena gelombang sehari-hari yang dapat dijelaskan melalui prinsip-prinsip gelombang.

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

Peserta didik memahami konsep-konsep umum gelombang bunyi, besaran, sumber, dan fenomena terkait gelombang bunyi.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

1. Apa kalian pernah melemparkan batu di air kolam? Apa yang terjadi?
2. Bagaimana bunyi bisa terdengar oleh telinga kalian?
3. Bagaimana ilmuwan bisa tahu kedalaman air laut di lautan lepas? Apakah mereka pakai meteran? Mistar? Ataukah yang lain?

D. KARAKTERISTIK PESERTA DIDIK

√	Peserta didik reguler/tipikal
	Peserta didik dengan kesulitan belajar
	Peserta didik berprestasi tinggi
	Peserta didik dengan ketunaan

E. MATERI AJAR

- Pengertian gelombang bunyi
- Cepat rambat gelombang bunyi pada beberapa medium

Ringkasan Kegiatan Inti	Metode	Pengaturan Siswa
Pengertian gelombang bunyi dan Cepat rambat bunyi pada beberapa medium Pertemuan 1 1. Peserta didik melakukan diskusi dan percobaan: • Pengertian gelombang • Besaran pada gelombang • Cara yang bisa digunakan untuk mengukur kedalaman laut 2. Peserta didik membuat laporan hasil diskusi.	Diskusi dan percobaan	Berkelompok (5-6 siswa)

Persiapan Pembelajaran

1. Siapkan terlebih dahulu bahan untuk demonstrasi dan eksperimen.
2. Siapkan dulu tampilan/power point terkait gelombang bunyi.
3. Siapkan gambar/video yang akan disajikan dalam kegiatan pembuka.
4. Siapkan terlebih dahulu LKPD-nya.

Pertemuan 1

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pembukaan		
• Guru mengucapkan salam, menyapa dan memeriksa kehadiran	• Peserta didik berdon sebelum pembelajaran dimulai	5 menit

peserta didik		
Guru meminta peserta didik untuk memimpin doa secara bersama-sama		
Pendahuluan		
- Guru menyampaikan pertanyaan pemantik yang telah disediakan - Guru memberikan jawaban dan penguatan dari pertanyaan pemantik	- Peserta didik mendengarkan pertanyaan dan gambar pemantik dari guru - Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru	10 menit
Kegiatan Inti		
Guru menyampaikan materi pembelajaran mengenai konsep getaran, gelombang, dan besaran-besaran pada gelombang	- Peserta didik mengerjakan LKPD secara berkelompok: - Memahami pengertian gelombang - Memahami pengertian gelombang bunyi - Peserta didik memahami besaran yang ada pada gelombang bunyi	70 menit
Penutup		
- Guru memberikan feedback berupa pembahasan seluruh aktivitas pembelajaran. - Guru menyampaikan bahwa materi pada pertemuan berikutnya adalah Gelombang Bunyi - Guru mengarahkan peserta didik untuk mengisi lembar refleksi - Guru mengucapkan salam penutup dan mempersilakan peserta didik untuk berdoa	- Peserta didik menyimak penjelasan - Peserta didik mengisi lembar refleksi - Peserta didik berdoa	5 menit

Pertemuan 2

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pembukaan		
- Guru mengucapkan salam, menyapa dan memeriksa kehadiran peserta didik - Guru meminta peserta didik untuk memimpin doa secara bersama-sama	Peserta didik berdoa sebelum pembelajaran dimulai	5 menit
Pendahuluan		
- Guru menyampaikan pertanyaan pemantik yang telah disediakan - Guru memberikan jawaban dan penguatan dari pertanyaan pemantik	- Peserta didik mendengarkan pertanyaan dan gambar pemantik dari guru - Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru	10 menit
Kegiatan Inti		
Guru menyampaikan materi pembelajaran mengenai Klasifikasi Gelombang Bunyi, Cepat Rambat Bunyi, Sifat-sifat gelombang bunyi, dan peristiwa terjadinya Efek Doppler.	- Peserta didik mengerjakan LKPD secara berkelompok: - Memahami frekuensi bunyi - Memahami Klasifikasi Gelombang Bunyi, Cepat Rambat Bunyi, Sifat-sifat gelombang bunyi, dan peristiwa terjadinya Efek Doppler.	70 menit
Penutup		
- Guru memberikan feedback berupa pembahasan seluruh aktivitas pembelajaran. - Guru mengarahkan peserta didik untuk mengisi lembar refleksi - Guru mengucapkan salam penutup dan mempersilakan peserta didik untuk berdoa	- Peserta didik menyimak penjelasan - Peserta didik mengisi lembar refleksi - Peserta didik berdoa	5 menit

Pertemuan 3

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik	Waktu
Pembukaan		
- Guru mengucapkan salam, menyapa dan memeriksa kehadiran peserta didik - Guru meminta peserta didik untuk memimpin doa secara bersama-sama	Peserta didik berdoa sebelum pembelajaran dimulai	5 menit
Pendahuluan		
- Guru menyampaikan pertanyaan pemantik yang telah disediakan - Guru menampilkan gambar pendukung pertanyaan pemantik	- Peserta didik mendengarkan pertanyaan dan gambar pemantik dari guru - Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru	10 menit
Kegiatan Inti		
Guru menyampaikan materi pembelajaran mengenai Macam-macam Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa), Intensitas dan taraf intensitas, dan Resonansi Bunyi.	- Peserta didik mengerjakan LKPD secara berkelompok: - Memahami fenomena akibat adanya gelombang bunyi - Memahami Macam-macam Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa), Intensitas dan taraf intensitas, dan Resonansi Bunyi.	70 menit
Penutup		
- Guru memberikan feedback berupa pembahasan seluruh aktivitas pembelajaran. - Guru mengarahkan peserta didik untuk mengisi lembar refleksi - Guru mengucapkan salam penutup dan mempersilakan peserta didik untuk berdoa	- Peserta didik menyimak penjelasan - Peserta didik mengisi lembar refleksi - Peserta didik berdoa	5 menit

F. REFLEKSI GURU

Lembar Refleksi Guru

No.	Refleksi	Penjelasan
1)	Persentase keterlaksanaan rancangan kegiatan pembelajaran (%)	Persentase keterlaksanaan: % Keterangan:
2)	Kendala yang dihadapi selama kegiatan pembelajaran	
3)	Catatan perbaikan untuk mengatasi kendala pada kegiatan pembelajaran berikutnya	
4)	Peserta didik yang mengalami kesulitan	1) Nama : Uraian Kesulitan : 2) Nama : Uraian Kesulitan : dst.
5)	Catatan positif peserta didik	1) Nama : Catatan Positif : 2) Nama : Catatan Positif : dst.
6)	Catatan lainnya	

G. ASESMEN FORMATIF

1) Aspek Pemahaman Sains

Materi	Indikator	Aktivitas
Pertemuan ke-1: konsep getaran, gelombang, dan besaran-besaran pada gelombang	Peserta didik mendengarkan penjelasan guru serta memahami konsep umum gelombang	Terlampir pada LKPD:
Pertemuan ke-2: Klasifikasi Gelombang Bunyi, Cepat Rambat Bunyi,	Peserta didik mendengarkan penjelasan guru serta memahami konsep	Terlampir pada LKPD:

Materi	Indikator	Aktivitas
Sifat-sifat gelombang bunyi, dan peristiwa terjadinya Efek Doppler	umum gelombang bunyi	
Pertemuan ke-3: Macam-macam Sumber Bunyi (Dawai dan Pipa Organa), Intensitas dan taraf intensitas, dan Resonansi Bunyi	Peserta didik mendengarkan penjelasan guru serta memahami fenomena gelombang bunyi pada kehidupan sehari-hari	Terlampir pada LKPD:

2) Aspek Keterampilan Proses

• Rubrik Penilaian Presentasi

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Kurang (1 poin)	Cukup (2 poin)	Baik (3 poin)	Sangat Baik (4 poin)
1	Sistematika Presentasi	Materi presentasi diajukan secara tidak runtut dan tidak sistematis	Materi presentasi diajukan secara kurang runtut dan tidak sistematis	Materi presentasi diajukan secara runtut tetapi kurang sistematis	Materi presentasi diajukan secara runtut dan sistematis
2	Penggunaan bahasa	Menggunakan bahasa yang baik, kurang baku, dan tidak terstruktur	Menggunakan bahasa yang baik, kurang baku, dan terstruktur	Menggunakan bahasa yang baik, baku, tetapi kurang terstruktur	Menggunakan bahasa yang baik, baku dan terstruktur
3	Kejelasan menyampaikan	Artikulasi kurang jelas, suara tidak terdengar, bertele-tele	Artikulasi jelas, suara terdengar, tetapi bertele-tele	Artikulasi kurang jelas, suara terdengar, tidak bertele-tele	Artikulasi jelas, suara terdengar, tidak bertele-tele
4	Komunikatif	Membaca catatan sepanjang menjelaskan	lebih banyak menatap catatan saat menjelaskan dari pada audiens	lebih banyak menatap audiens saat menjelaskan dari pada catatan, dan tanpa ada gestur tubuh	lebih banyak menatap audiens saat menjelaskan dari pada catatan, dan menggunakan gestur yang

					membuat audiens memperhatikan
5	Kebenaran Konsep	Menjelaskan 1 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 2 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 3 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan seluruh konsep esensial dengan benar

• Rubrik Laporan Praktikum

Deskripsi	Skala		
Data Percobaan - Jelas - Tanpa rekayasa Sesuai dengan prosedur eksperimen	Mencakup ketiga kriteria dengan lengkap	Mencakup 1-2 kriteria yang telah disebutkan lengkap	Mencakup satu kriteria, tetapi ambigu
Analisis Data - Jelas - Dapat diterima secara logika - Memberikan alasan yang jelas terhadap analisis yang diberikan Mudah dimengerti	Mencakup keempat kriteria dengan lengkap dan jelas	Mencakup 2-3 kriteria yang telah disebutkan dengan jelas dan lengkap	Mencakup satu kriteria dengan jelas dan lengkap
Kesimpulan - Sesuai dengan analisis data - Memberikan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, - Menjawab tujuan eksperimen	Mencakup ketiga kriteria dengan lengkap	Mencakup 2-3 kriteria yang telah disebutkan dengan jelas dan lengkap	Mencakup satu kriteria, tetapi ambigu

H. REFLEKSI PESERTA DIDIK

Refleksi Peserta Didik

Bagaimana perasaanmu setelah mempelajari materi pada hari ini?
Lingkariilah angka di bawah ini yang mewakili perasaanmu.

			
1	2	3	4

1. Bagian mana yang menurutmu paling sulit dari pelajaran ini?

2. Apa yang akan kamu lakukan untuk memperbaiki atau meningkatkan hasil belajarmu?

3. Kepada siapa kamu akan meminta bantuan untuk memahami pelajaran ini?

4. Arsirlah bintang di bawah ini sesuai dengan nilai usaha yang telah kamu lakukan untuk memahami materi pembelajaran pada hari ini.









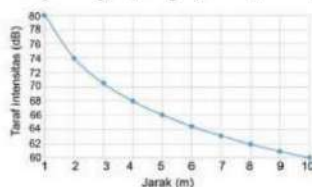
I. LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Terlampir

J. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

a. Aktivitas Pengayaan

- Joko dan Susan memainkan sumber bunyi yang berbeda, Joko memetik dawai sepanjang L cm sedangkan Susan meniup pipa organa dengan ujung tertutup sepanjang D cm di mana $D : L = 3 : 4$. Menggunakan tuner mereka mengambil kesimpulan bahwa nada dasar dawai akan sama dengan nada atas pertama dari pipa organa ujung tertutup, dan frekuensi nada dasar dari pipa organa adalah 250 Hz. Jika cepat rambat bunyi pada dawai adalah 650 m/s, tentukan cepat rambat bunyi di dalam pipa organa!
- Siti bersepeda dengan kecepatan 10 m/s kemudian dari arah berlawanan sebuah ambulans mendekat dan kemudian melewati Siti dengan kecepatan 72 km/jam sambil membunyikan sirene dengan frekuensi 900 Hz. Jika cepat rambat bunyi udara adalah 330 m/s dan di depan ambulans terdapat tembok yang dapat memantulkan suara (anggap kecepatan suara tidak berubah), tentukan:
 - perbandingan frekuensi sirene yang terdengar oleh Siti saat ambulans mendekat dan menjauhi dirinya,
 - layangan bunyi yang didengar karena pantulan suara setelah ambulans melewati Siti.
- Seorang peneliti melakukan pengukuran hubungan taraf intensitas bunyi suatu mesin di sebuah pabrik terhadap jarak pengamat. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh grafik sebagai berikut.



- bagaimanakah hubungan jarak dan taraf intensitas bunyi
- tentukan nilai intensitas mesin pada jarak 2 meter
- tentukan taraf intensitas pada jarak 5 meter hingga ketelitian 0,01 dB

b. Aktivitas Remedial

Analisislah ulang percobaan yang telah dilakukan

Lampiran 38

Hasil Produk Lembar Kerja Peserta Didik Menggunakan
Pendekatan STEM Berbantuan Aplikasi Phypxox



HALAMAN PENULIS

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) MATERI GELOMBANG BUNYI

FISIKA KELAS XI Semester Genap

Berdasarkan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM)

Berbantuan Aplikasi *Phyphox*

Penulis : Ali Khasan Al Farishi
 Pembimbing : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
 Validator : Dr. Susilawati, M.Pd.
 Istikomah, M.Sc.
 Supliyadi, M.Pd.
 Siti Handayani, M.Pd.
 Anang Budiarmo, M.Pd.

Ukuran LKPD : 21 cm x 29,7 cm (A4)

LKPD ini disusun dan dirancang oleh penulis
 menggunakan Microsoft Office Word 2019

Pendidikan Fisika
 Fakultas Sains Dan Teknologi
 Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
 ©2024

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan yang maha kuasa, atas rahmat dan hidayah-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan sebuah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) yang disusun sesuai dengan standar Kurikulum Merdeka.

LKPD ini disusun dengan tujuan utama yakni agar peserta didik mempelajari materi tiap satu pokok bahasan, sehingga membuat mereka lebih mudah dalam mempelajari materi yang ada. Penyusunan LKPD ini juga bertujuan untuk memperkaya pengetahuan peserta didik di suatu bidang tertentu sekaligus dapat memandu peserta didik dalam belajar. LKPD yang telah disusun merupakan LKPD yang berisikan materi Gelombang Bunyi. LKPD ini dikembangkan sesuai dengan pengembangan bahan ajar menurut Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) yang telah dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan. Melalui penerapan LKPD menggunakan pendekatan STEM ini peserta didik diharapkan dapat lebih aktif dalam proses pembelajaran, sehingga peserta didik ikut serta berperan dalam proses mencari dan menemukan pengetahuannya sendiri, sehingga kemampuan siswa dalam melakukan penyelidikan dan proses ilmiah semakin terasah. LKPD ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi penggunanya, baik peserta didik maupun pendidik di sekolah.

Penulis menyadari bahwa LKPD ini tentunya masih memiliki kekurangan. Penulis butuh kritik dan saran agar LKPD ini dapat memiliki tampilan yang lebih baik lagi dan materi yang lebih komprehensif di masa yang akan datang.

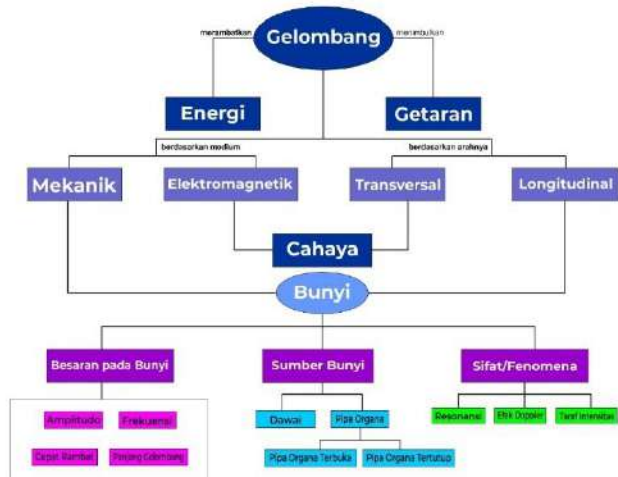
Semarang, 24 April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
HALAMAN PENULIS.....	II
KATA PENGANTAR.....	III
DAFTAR ISI.....	IV
PETA KONSEP.....	V
PETUNJUK PENGGUNAAN.....	VI
PETUNJUK PEMASANGAN APLIKASI.....	VII
CAPAIAN PEMBELAJARAN.....	VIII
TUJUAN PEMBELAJARAN.....	IX
MARI MEMAHAMI.....	1
LKPD 1 SONAR1.....	3
LKPD 2 CEPAT RAMBAT BUNYI1.....	8
LKPD 3 EFEK DOPPLER2.....	3
GLOSARIUM.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32

PETA KONSEP



PETUNJUK PENGGUNAAN

Supaya kalian berhasil mencapai kompetensi dalam menyelesaikan LKPD ini, maka ikutilah petunjuk-petunjuk berikut:



1. Tulislah identitas pada halaman sampul LKPD yang telah dibagi
2. Berdoalah terlebih dahulu
3. Kerjakan dengan kelompok masing-masing
4. Bila menemukan kesulitan dalam pengerjaan LKPD, jangan malu-malu untuk bertanya kepada guru
5. Kerjakan penugasan dalam LKPD ini dengan teliti, serius, dan tepat waktu
6. Teliti kembali sebelum LKPD dikumpulkan
7. Kumpulkan LKPD kepada guru

Cara Pemasangan Aplikasi Pembantu (*Phyphox*)

Kegiatan pembelajaran akan dibantu oleh aplikasi "*Phyphox*". Berikut adalah cara memasang dan menggunakannya.



1. Siapkan minimal dua perangkat pintar (*Handphone*) dalam setiap kelompok
2. Pastikan perangkat tersebut telah terhubung di internet
3. Kemudian download aplikasi "*Phyphox*" melalui *playstore* atau *appstore* dari masing-masing perangkat
4. Ketika telah terinstal, kemudian pahami *tools* aplikasi dan carilah praktikum yang diinginkan ataupun sesuai dengan praktikum
5. Kemudian uji coba aplikasi bersama anggota kelompok
6. Kerjakan bersama-sama

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor ke dalam kinematika dan dinamika gerak partikel, usaha dan energi, fluida dinamis, getaran harmonis, gelombang bunyi, dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep energi kalor dan termodinamika dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan (baik statis maupun dinamis) dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan berbagai produk teknologi, menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara berbagai besaran fisis pada teori relativitas khusus, gejala kuantum dan menunjukkan penerapan konsep fisika inti dan radioaktivitas dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Peserta didik mampu memberi penguatan pada aspek fisika sesuai dengan minat untuk ke perguruan tinggi yang berhubungan dengan bidang fisika. Melalui kerja ilmiah juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar Pancasila khususnya mandiri, inovatif, bernalar kritis, kreatif, dan bergotong royong.

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu memahami konsep gelombang bunyi dan pengelompokannya.
2. Peserta didik mampu mendeskripsikan gejala-gejala gelombang dalam kehidupan sehari-hari.
3. Peserta didik mampu menerapkan konsep gelombang bunyi dalam pemanfaatan pemecahan sebuah permasalahan melalui sebuah percobaan.
4. Peserta didik dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan analisis yang sistematis dan bukti ilmiah.



MARI MEMAHAMI

A. Pengertian Gelombang

Pernahkah kalian menyentuh air dari suatu wadah atau kolam dan menimbulkan riakan? Riakan yang kalian amati tersebut adalah salah satu bentuk gelombang. Fenomena gelombang sangat luas aplikasinya dan sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari seperti cahaya dan bunyi. Salah satu teknologi yang sering kita gunakan dan memanfaatkan sifat-sifat dari gelombang adalah internet. Internet memanfaatkan gelombang radio untuk menghantarkan informasi dalam bentuk digital.

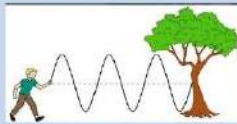


Gambar 1 Air ketika diberi sentuhan akan menimbulkan riakan atau gelombang kecil

Sumber: <https://asset.kompas.com>

Secara sederhana, gelombang adalah gangguan yang menjalar. Gerak gelombang dapat dipandang sebagai perpindahan energi dan momentum dari suatu tempat ke tempat lain tanpa mengikutsertakan perpindahan partikel atau medium.

Ilustrasi Gelombang



Andi adalah siswa yang memiliki penasaran yang tinggi dengan peristiwa gelombang yang dijelaskan gurunya tadi di sekolah, sehingga dia mencoba untuk membuktikannya langsung. Awalnya dia menyiapkan tali yang kemudian ia ikatkan pada pohon. Kemudian ia menggerakkan naik dan turun tali tersebut. Sesuai dengan penjelasan gurunya di sekolah tadi, ternyata tali tersebut membentuk seperti gelombang dan seakan-akan tali tersebut bergerak menjauhi dirinya. Gelombang yang tercipta dari tali yang digerakkan tersebut sebenarnya hampir sama dengan konsep gelombang yang ada pada air. Ada beberapa besaran yang bisa dianalisis dari peristiwa gelombang, yakni panjang gelombang, frekuensi, amplitudo, dan periode gelombang. Besaran-besaran tersebut akan kita pahami di materi selanjutnya.

Berdasarkan ilustrasi gelombang yang telah dipaparkan, maka kita akan mempelajari mengenai besaran-besaran yang ada pada gelombang yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Panjang Gelombang (λ)

Panjang gelombang adalah jarak gelombang menempuh satu getaran. Satu getaran pada gelombang bisa terdiri dari satu puncak dan satu lembah, puncak ke puncak, dan lembah ke lembah. Persamaan panjang gelombang bisa dilihat pada persamaan 1.

$$\lambda = \frac{v}{f} = v T \quad (1)$$

2. Periode (T)

Periode adalah waktu tempuh suatu gelombang untuk mencapai satu getaran. Periode ini biasa dilambangkan dengan (T). Persamaan periode bisa dilihat pada persamaan 2.

$$T = \frac{1}{f} \quad (2)$$

3. Frekuensi (f)

Frekuensi adalah banyaknya suatu gelombang bergetar dalam satuan waktu, misalnya dalam waktu satu detik. Persamaan frekuensi bisa dilihat pada persamaan 3.

$$f = \frac{1}{T} \quad (3)$$

4. Amplitudo (A)

Amplitudo adalah jarak atau simpangan terjauh suatu gelombang dari titik kesetimbangan. Satuan dari periode ini adalah meter (m).

B. Jenis-jenis Gelombang

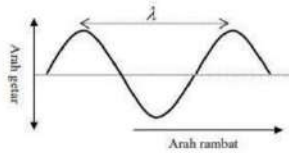
1. Berdasarkan arah getaran dan arah rambatnya

Berdasarkan arah getaran dan arah rambatnya gelombang dapat dibagi menjadi gelombang longitudinal dan gelombang transversal. Berikut adalah penjelasan mengenai gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

a. Gelombang Transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambatnya, misalnya adalah gelombang pada tali dan gelombang cahaya.

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM



Gambar 2 Gambar gelombang transversal
Sumber: <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-6826296/5-perbedaan-gelombang-transversal-dan-longitudinal-gambar-serta-tabel>

b. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya searah dengan arah rambatnya, misalnya adalah gelombang bunyi.



Gambar 3 Gelombang Longitudinal
Sumber: <https://www.studiobelajar.com/gelombang-mekanik/>

2. Berdasarkan perantara (medium) rambatannya

a. Gelombang Mekanik

Gelombang mekanik adalah gelombang yang membutuhkan medium untuk merambat, misalnya gelombang bunyi dan gelombang pada tali. Di luar angkasa bunyi tidak dapat merambat dikarenakan di luar angkasa tidak terdapat udara yang bisa digunakan untuk merambatkan bunyi (hampa udara)

b. Gelombang elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang tidak membutuhkan medium untuk merambat, misalkan gelombang cahaya dan gelombang radio.

C. Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi adalah gelombang yang merambat melalui medium tertentu. Gelombang bunyi merupakan jenis gelombang mekanik dan digolongkan sebagai gelombang longitudinal. Berdasarkan rentang frekuensinya, gelombang bunyi dibedakan menjadi tiga, yakni:

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

1. Infrasonik, merupakan gelombang bunyi yang memiliki frekuensi < 20 Hz. Frekuensi ini belum bisa didengar oleh manusia, dikarenakan terlalu kecil.
2. Audiosonik, merupakan gelombang bunyi yang memiliki frekuensi antara $20 - 20.000$ Hz. Frekuensi ini merupakan frekuensi yang bisa didengar oleh telinga manusia.
3. Ultrasonik, merupakan gelombang bunyi yang memiliki frekuensi > 20.000 Hz. Frekuensi ini merupakan rentang frekuensi yang bisa didengar oleh hewan seperti anjing dan kelelawar.

Seperti yang telah didefinisikan dalam pengertian sebelumnya, cepat rambat bunyi merupakan jarak yang ditempuh suatu gelombang per satuan waktu, namun cepat rambat bunyi juga masih bergantung pada medium yang dilewatinya. Berikut adalah rumus untuk mendapatkan cepat rambat gelombang bunyi pada beberapa medium:

1. Cepat rambat bunyi pada zat padat

Pada benda padat, cepat rambat bunyi dihitung dengan akar perbandingan modulus elastisitas (E) terhadap massa jenis (ρ). Bahan tersebut yang ditulis dalam persamaan 4.

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (4)$$

Dengan: E = Modulus elastisitas (N/m^2)

ρ = Massa jenis bahan (kg/m^3)

v = Cepat rambat bunyi (m/s)

2. Cepat rambat bunyi pada zat cair

Pada benda cair, cepat rambat bunyi dipengaruhi oleh modulus Bulk (B) dan massa jenis (ρ) benda. Modulus Bulk benda adalah ukuran elastisitas bahan pada satuan volume. Cepat rambat bunyi pada benda cair ditunjukkan dengan persamaan 5.

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (5)$$

Dengan: B = Modulus Bulk (N/m^2)

ρ = Massa jenis bahan (kg/m^3)

v = Cepat rambat bunyi (m/s)

3. Cepat rambat bunyi pada zat gas

Pada gas, kecepatan molekul dipengaruhi oleh suhu, semakin cepat molekul bergerak maka bunyi akan semakin cepat dirambatkan. Adapun modulus bulk pada udara akan bergantung pada tekanan adiabatik yang ditunjukkan dengan persamaan 6.

$$B = \gamma P \quad (6)$$

Dengan: B = Modulus Bulk (N/m^2)

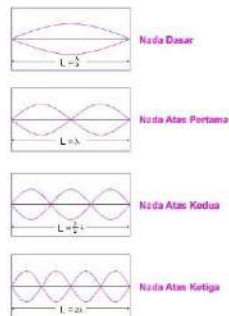
γ = Konstanta Laplace

P = Tekanan (N/m^2)

D. Macam-Macam Sumber Bunyi

1. Bunyi Pada Dawai

Pada waktu kalian memetik dawai/senar, kalian akan menghasilkan gelombang stasioner dengan ujung terikat yang merupakan hasil superposisi gelombang. Frekuensi yang dihasilkan akan beresonansi dengan udara di sekitar dan sampai ke telinga kalian. Perhatikan gambar berikut



Gambar 4 Nada pada Dawai

Nada dasar adalah nada dengan panjang gelombang $\frac{1}{2}\lambda$ dan nada atas pertama adalah nada dengan panjang gelombang 1λ . Pola ini akan terus naik dengan beda $\frac{1}{2}\lambda$. Besarnya frekuensi nada ke-n (f_n) pada dawai dapat dinyatakan dengan persamaan 7.

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{n}{2L} v \quad (7)$$

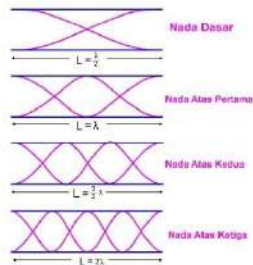
Dengan: f = Frekuensi (Hz)
 v = Cepat rambat gelombang bunyi (m/s)
 λ_n = Panjang gelombang bunyi (m)
 L = Panjang dawai (m)
 n = 1,2,3,...

2. Sumber Bunyi Pada Pipa Organa

Seruling, terompet dan alat musik tiup lain memanfaatkan kolom udara yang ditiup sehingga udara yang bergetar akan menghasilkan suara yang teratur. Kolom tempat udara bergetar disebut pipa organa. Terdapat dua jenis pipa organa, yaitu pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup.

a. Pipa organa terbuka

Pipa organa terbuka merupakan sebuah pipa dengan kolom udara tanpa penutup pada kedua ujungnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar. Sama halnya dengan dawai, frekuensi pada pipa organa dimulai dengan panjang gelombang $\frac{1}{2}\lambda$ dan terus naik dengan beda $\frac{1}{2}\lambda$, sehingga penentuan frekuensi nada ke- n dapat ditentukan dengan persamaan. Adapun contoh dari alat musik pipa organa terbuka adalah pianika dan terompet. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 5 Nada pada Pipa Organa Terbuka

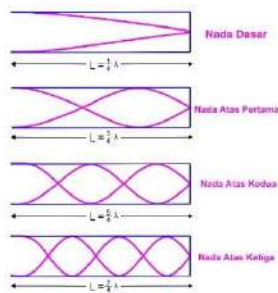
b. Pipa organa tertutup

Pipa organa tertutup adalah salah satu ujung dari kolom udara pipa berada dalam posisi tertutup. Hubungan panjang gelombang dan panjang kolom, dapat dilihat pada gambar. Frekuensi tiap tingkatan nada dapat ditunjukkan dengan persamaan 8.

$$f_n = \frac{(2n-1)}{4L} v \quad (8)$$

Dengan: L = Panjang kolom pipa organa (m)

f_n = Frekuensi nada ke-n (Hz)



Gambar 6 Nada pada Pipa Organa Tertutup

E. Fenomena Terkait Gelombang Bunyi**1. Resonansi Bunyi**

Resonansi bunyi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda akibat getaran yang dihasilkan oleh sumber bunyi. Resonansi bunyi hanya dapat terjadi jika suatu benda memiliki frekuensi alami yang sama dengan frekuensi alami sumber bunyi yang bergetar. Selain benda, udara atau gas di sekitar sumber bunyi juga dapat beresonansi, asalkan memiliki frekuensi yang alami yang sama dengan frekuensi alami sumber bunyi.

Resonansi bunyi dapat memperkuat bunyi asli, sehingga bunyi yang dihasilkan dapat terdengar lebih keras dan nyaring. Akan tetapi, resonansi juga

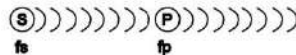
LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

bisa menimbulkan kerugian, contohnya bunyi ledakan bom yang sangat keras dapat menimbulkan getaran yang bisa meruntuhkan gedung di sekitarnya.

2. Efek Doppler

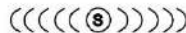
Efek Doppler adalah peristiwa naik atau turunnya frekuensi gelombang bunyi yang terdengar penerima bunyi ketika sumber bunyi bergerak mendekat atau menjauh. Pada saat sumber suara diam, kedua penerima mendengar besar frekuensi yang sama. Saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya.

Bagaimana bisa kita menemukan nilai frekuensi yang diterima oleh pendengar? Kita bisa mencoba dengan persamaan yang ada. Kita coba turunkan persamaan satu-persatu sehingga mendapatkan persamaan efek Doppler. Berikut adalah penurunannya:



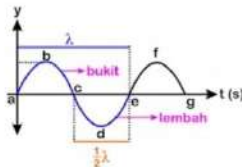
Gambar 7 Gambar Ketika Gelombang Bunyi menuju Pendengar

Misalkan kita punya sumber bunyi dengan memancarkan 5 gelombang dalam waktu 1 sekon seperti gambar berikut:



Gambar 8 Sumber Bunyi Memancarkan Bunyi Sebanyak Lima Gelombang

Kita ingat bahwa satu gelombang adalah satu puncak dan satu lembah seperti gambar berikut:



Gambar 9 Ilustrasi Besar Satu Gelombang

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

Gelombang bunyi dalam geraknya akan menempuh jarak sekian meter. Maka untuk menentukan jarak adalah dapat kita gunakan persamaan gerak yang didefinisikan 9:

$$v = \frac{s}{t} \quad (9)$$

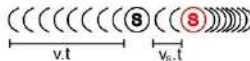
Kemudian kita tahu bahwa untuk mengetahui satu panjang gelombang, berarti kita harus membagi antara jarak tempuhnya dengan jumlah gelombang yang terjadi sepanjang jarak tersebut seperti persamaan 10:

$$\lambda = \frac{s}{n} \quad (10)$$

Setelah kita dapatkan persamaan untuk mencari panjang gelombang, maka kita bisa mengetahui nilai kecepatan gelombang dengan cara mensubstitusikan kedua persamaan tersebut sehingga menjadi persamaan 11:

$$v = \lambda f \quad (11)$$

Dari ketiga persamaan yang didapatkan diatas, maka bisa didapatkan persamaan efek Doppler. Berikut akan dikaji bagaimana bisa didapatkan persamaan efek Doppler:



Gambar 10 Ketika sumber bunyi mendekati dan menjauhi

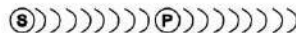
Ketika sumber menjauhi

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{s}{n} \\ \lambda &= \frac{(v + v_s) t}{n} \\ \lambda &= \frac{v + v_s}{f_s} \quad (12) \end{aligned}$$

Ketika sumber mendekati

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{s}{n} \\ \lambda &= \frac{(v - v_s) t}{n} \\ \lambda &= \frac{v - v_s}{f_s} \quad (13) \end{aligned}$$

Kondisi Pendengar relatif terhadap sumber bunyi



Gambar 11 Kondisi relatif sumber bunyi mendekati pendengar

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

$$f = \frac{n}{t} \quad (14)$$

Jika kita menggunakan persamaan 15

$$n = \frac{s}{\lambda}$$

$$n = \frac{v \cdot t}{\lambda_s} \quad (15)$$

Maka akan didapatkan persamaan 16 dan 17:



Gambar 12 Kondisi Relatif pendengar

Sehingga didapatkan kondisi ketika pendengar mendekati maupun menjauhi sumber bunyi sebagai berikut:

Pendengar menjauhi

$$n = \frac{s}{\lambda}$$

$$n = \frac{(v+v_p)t}{\lambda_s} \quad (16)$$

Pendengar mendekati

$$n = \frac{s}{\lambda}$$

$$n = \frac{(v-v_p)t}{\lambda_s} \quad (17)$$

Setelah didapatkan banyaknya gelombang yang terjadi dari persamaan diatas, maka kita bisa menentukan frekuensi yang diterima pendengar ketika terdapat suatu peristiwa efek Doppler dari suatu sumber bunyi pada persamaan 18.

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

$$f = \frac{(v \pm v_p)}{\frac{\lambda_s}{t}}$$

$$f = \frac{(v \pm v_p)}{\frac{(v \pm v_s)}{f_s}}$$

$$f_p = \frac{(v+v_p)}{(v \pm v_s)} f_s \quad (18)$$

Sehingga didapatkan persamaan Efek Doppler sebagai berikut:

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

Dengan: f_p = Frekuensi pendengar (Hz)
 f_s = Frekuensi sumber bunyi (Hz)
 v = Cepat rambat udara (340 m/s)
 v_p = Kecepatan pendengar (m/s)
 v_s = Kecepatan sumber bunyi (m/s)

Dalam persamaan efek Doppler ada beberapa perjanjian tanda
 v_s bernilai positif (+) jika sumber bunyi menjauhi pendengar
 v_s bernilai negatif (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar
 v_p bernilai positif (+) jika pendengar mendekati sumber bunyi
 v_p bernilai negatif (-) jika pendengar menjauhi sumber bunyi

3. Pelayangan Bunyi

Pelayangan bunyi adalah dua bunyi keras atau dua bunyi lemah yang terjadi secara berurutan. Kombinasi dari dua gelombang bunyi ini disebut dengan interferensi. Jika kedua gelombang bunyi merambat bersamaan, bunyi paling kuat akan dihasilkan saat fase keduanya sama. Jika kedua getaran berlawanan fase, maka akan menghasilkan bunyi paling lemah. Adapun persamaan untuk menentukan layangan bunyi terdapat pada persamaan 19.

$$f_n = |f_2 - f_1| \quad (19)$$

Dengan: f_n = Frekuensi layangan bunyi (Hz)
 f_1 dan f_2 = Frekuensi benda yang berinterferensi

4. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

Intensitas bunyi adalah suatu daya yang dibawa oleh gelombang bunyi per satuan luas dengan arah tegak lurus dari arah cepat rambat. Intensitas bunyi dapat dituliskan dalam persamaan 20:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (20)$$

Dengan: I = Intensitas Bunyi (W/m^2)
 P = Daya (W)
 A = Luas (m^2)

Dari persamaan 20, bisa dilihat intensitas bunyi itu berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Sehingga bisa dibuat perbandingan antara Intensitas dengan jarak dalam persamaan 21.

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \quad (21)$$

Kemudian intensitas bunyi yang didengar dalam satuan desibel (dB) ini biasa disebut dengan Taraf Intensitas Bunyi. Taraf Intensitas Bunyi adalah nilai logaritma untuk perbandingan antara intensitas bunyi dengan intensitas ambang pendengaran dan dinyatakan dalam desibel (dB). Taraf intensitas bunyi ini menunjukkan tingkat kenyaringan atau kebisingan yang dihasilkan oleh sumber bunyi. Persamaan taraf intensitas bunyi dapat dituliskan dalam persamaan 22.

$$TI = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (22)$$

Dengan: I_0 = Intensitas terkecil pendengaran atau 10^{-12} W/m^2

I = Intensitas sumber bunyi

Jika sumber bunyi bertambah, maka intensitas bunyi yang didengar juga akan berubah secara logaritmik sehingga bisa dihitung dengan menggunakan persamaan

$$TI_2 + 10 \log n$$

Jika jarak sumber bunyi berubah, maka dapat digunakan persamaan 23 untuk menghitungnya:

$$TI_n = TI_1 - 10 \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \quad (23)$$





LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 1

SONAR

ANGGOTA KELOMPOK:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.



Science

➤ **Tujuan Percobaan**

1. Untuk membuktikan salah satu sifat bunyi yakni dapat dipantulkan
2. Untuk mengetahui fungsi gelombang bunyi (sonar) sebagai alat ukur kedalaman atau panjang

➤ **Dasar Teori**

Sonar atau *Sound Navigation and Ranging* merupakan salah satu alat sistem navigasi pada kapal yang bertujuan untuk penginderaan jauh pencitraan bawah laut. Kehadiran sonar merupakan salah satu bentuk nyata dalam perkembangan teknologi sistem navigasi laut. Sonar adalah suatu sistem yang terdiri dari transduser dengan arah miring beserta unit perekamannya yang dapat digunakan untuk memberikan informasi citra bawah laut. Sistem sonar yang digunakan untuk mendeteksi suatu objek menggunakan frekuensi suara tinggi atau ultrasonik. Umumnya frekuensi yang digunakan berkisar pada 50kHz, karena pada frekuensi ini tidak bisa terdengar oleh manusia dan panjang gelombangnya sangat kecil.





Gambar 13 Ilustrasi pengukuran kedalaman laut menggunakan sonar

Sumber: <https://www.american-oceans.org/facts/what-is-sonar/>

Prinsip kerja sistem sonar pada kapal yaitu dengan memancarkan gelombang ultrasonik yang disebut dengan transmitter (emitter) maka pantulan dari sinyal tersebut akan menimbulkan efek gema dan akan dipantulkan kembali kepada sistem penerima (receiver) lalu dilakukan pengkalkulasian mengenai jarak objek dari lokasi kapal dan juga informasi lainnya seperti pemetaan di bawah air.



Technology

➤ Alat dan Bahan

1. 1 buah HP
2. Kardus
3. 1 buah Gunting
4. 1 buah Penggaris
5. Alat tulis



BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX



Engineering
➤ **Langkah Percobaan**

1. Silahkan berkelompok dengan teman kalian maksimal 5 orang
2. Siapkan alat bahan yang dibutuhkan
3. Buka aplikasi Phypox pada hp kalian
4. Buka menu "Sonar" untuk memulai praktikum ini
5. Tekan tab "echo location" untuk menentukan kecepatan bunyi sumber
6. Jalankan aplikasi dengan menekan tombol mulai dan biarkan aplikasi mengeluarkan bunyi hingga tiga kali
7. Matikan bunyi aplikasi
8. Ambil data waktu dari grafik yang tersedia pada menu "timing"
9. Analisis menggunakan persamaan dari Gerak Lurus Beraturan (GLB)
10. Bandingkan jarak hasil pengukuran penggaris dengan pengukuran menggunakan bunyi, sama atau tidak melalui analisis dan pembahasan
11. Buatlah kesimpulan.

➤ **Tabel Pengamatan**

Ikutilah petunjuk pembuatan tabel data percobaan berikut ini!

1. Isilah tabel di bawah ini berdasarkan pengamatan dan analisis yang dilakukan.
2. Pastikan pengisian tabel berdasarkan fakta di lapangan, karena seorang peneliti sejati selalu jujur dengan hasil yang didapatkan
3. Lakukan percobaan dengan sungguh-sungguh dan berdasarkan kerja sama tim yang baik
4. Jangan lupa satuan yang dipakai di dalam tabel harus sudah menggunakan Satuan Internasional (SI)

No.	Kecepatan (m/s)	Waktu (t)	Jarak sumber (m)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			



➤ **Analisis Data**

Seperti halnya sistem yang digunakan pada sonar untuk mengetahui kedalaman permukaan air laut, pengukuran jarak menggunakan bunyi ini menggunakan prinsip yang sama. Setelah data kecepatan dan waktu tempuh didapatkan, coba analisislah menggunakan persamaan Gerak Lurus Beraturan (GLB) untuk mendapatkan jarak sebenarnya sumber bunyi dengan objek yang ingin dicari jaraknya!

• Percobaan 1	• Percobaan 2
• Percobaan 3	• Percobaan 4
• Percobaan 5	• Percobaan 6



➤ **Pembahasan**

Setelah selesai menganalisis data menggunakan persamaan GLB, buatlah pembahasan menggunakan bahasa kalian sendiri!

➤ **Kesimpulan**

Buatlah kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh!





LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 2

CEPAT RAMBAT BUNYI

ANGGOTA KELOMPOK:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.



Science

➤ Tujuan Percobaan

1. Untuk mengetahui peristiwa resonansi bunyi pada sebuah pipa
2. Untuk menentukan cepat rambat bunyi

➤ Dasar Teori

Resonansi gelombang bunyi pada tabung Kundt terjadi ketika panjang gelombang dan panjang pipa sesuai sedemikian sehingga terdapat superposisi antara gelombang datang yang dihasilkan oleh sumber bunyi dan gelombang pantul yang menjalar berlawanan dengan arah gelombang datang, superposisi ini membentuk pola-pola gelombang stasioner yang memiliki perut dan simpul gelombang. Selain perut dan simpul, rapatan dan regangan molekul udara terdapat di sepanjang kolom resonansi. Rapatan menunjukkan densitas molekul udara rendah yang mengakibatkan tekanan udara meningkat, sedangkan regangan menunjukkan densitas molekul udara tinggi yang mengakibatkan tekanan udara menurun. Sehingga titik perut untuk simpangan gelombang merupakan titik simpul untuk tekanan udara, dan titik simpul simpangan gelombang merupakan titik puncak dari tekanan udara.



LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

Tabung resonansi yang digunakan adalah tabung dengan salah satu ujung tertutup. Resonansi gelombang bunyi terjadi ketika panjang kolom udara di dalam tabung adalah kelipatan ganjil dari panjang gelombang dibagi empat atau secara matematis:

$$f = \frac{4L}{n}, n = 1, 3, 5, \dots$$


Technology

➤ **Alat dan Bahan**

1. 1 buah pipa paralon 30 cm
2. 1 buah ember sedang
3. 1 buah penggaris 30 cm
4. 1 buah HP
5. Air $\frac{3}{4}$ ember
6. Alat tulis


Engineering

➤ **Langkah Percobaan**

1. Silahkan berkelompok dengan teman kalian maksimal 4-5 orang.
2. Siapkan alat bahan yang dibutuhkan
3. Beri ukuran paralon menggunakan spidol dengan kelipatan panjang sentimeter
4. Isi air kedalam ember hingga hampir penuh
5. Masukkan paralon yang telah diberi ukuran kedalam ember hingga ke bawah
6. Buka aplikasi "Phyphox" yang telah di pasang di salah satu HP kalian
7. Pilih menu "Tone Generator" untuk mendapatkan gelombang bunyi yang diinginkan
8. Ketika sudah masuk di menu tersebut, nilai frekuensi gelombang bunyi dapat diatur sesuai dengan keinginan
9. Frekuensi pertama gunakan sebesar 400 Hz.

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX



LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

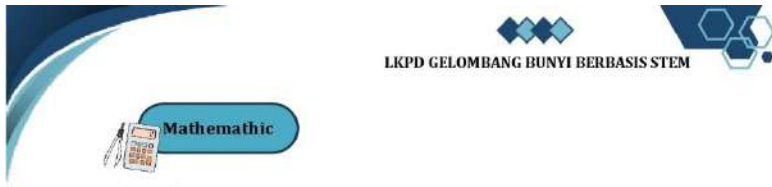
10. Kemudian lubang speaker HP tersebut tempelkan pada ujung atas dari paralon
11. Angkat paralon bersamaan dengan HP tersebut pelan-pelan hingga suara yang dihasilkan dapat berubah
12. Tandai perubahan suara tadi pada angka panjang berapa
13. Lanjutkan angkat lagi hingga menemukan suara yang berbeda lagi dan kemudian tandai lagi
14. Peristiwa resonansi bunyi telah ditemukan dan kemudian variasikan nilai frekuensi pada kelipatan 100 Hz
15. Analisislah hasil percobaan dengan persamaan yang telah ada

➤ **Tabel Pengamatan**

Ikutilah petunjuk pembuatan tabel data percobaan berikut ini!

1. Isilah tabel dibawah ini berdasarkan pengamatan dan analisis yang dilakukan.
2. Pastikan pengisian tabel berdasarkan fakta di lapangan, karena seorang peneliti sejati selalu jujur dengan hasil yang didapatkan
3. Lakukan percobaan dengan sungguh-sungguh dan berdasarkan kerja sama tim yang baik
4. Jangan lupa satuan yang dipakai di dalam tabel harus sudah menggunakan Satuan Internasional (SI)

No.	Frekuensi (Hz)	Panjang (m)	Cepat Rambat (m/s)
1.	400		
2.	500		
3.	600		



Mathematic

➤ Analisis Data

Analisislah menggunakan persamaan yang telah ada sehingga didapatkan cepat rambat bunyi!



➤ **Pembahasan**

Setelah selesai menganalisis data menggunakan persamaan yang telah ada, buatlah pembahasan singkat tentang kegiatan yang telah dilakukan!

➤ **Kesimpulan**





LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 3

EFEK DOPPLER

ANGGOTA KELOMPOK:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.



Science

➤ Tujuan Percobaan

1. Untuk mengetahui frekuensi yang dipancarkan oleh sumber akibat efek Doppler
2. Untuk mengetahui kecepatan sumber bunyi dari persamaan efek Doppler

➤ Dasar Teori

Secara umum efek Doppler dialami ketika ada suatu gerak relatif antara sumber bunyi dengan pengamat. Ketika sumber bunyi dan pengamat bergerak saling mendekati, pengamat mendengar frekuensi lebih tinggi daripada frekuensi yang dipancarkan sumber tanpa adanya gerak relatif. Ketika sumber bunyi dan pengamat bergerak saling menjauhi, pengamat mendengar frekuensi bunyi yang lebih rendah daripada frekuensi sumber bunyi tanpa adanya gerak relatif. Dinamakan efek Doppler dikarenakan mengikuti nama tokoh fisika bernama Johann Doppler. Gelombang yang umum dijumpai adalah gelombang bunyi yang merambat melalui medium udara. Sebagaimana persamaan efek Doppler yang telah didapatkan sebelumnya, berikut adalah persamaan efek Doppler:



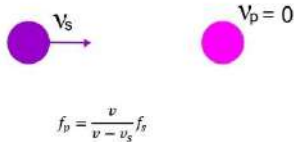
$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s$$

Dengan: f_p = Frekuensi pendengar (Hz)
 f_s = Frekuensi sumber bunyi (Hz)
 v = Cepat rambat udara (340 m/s)
 v_p = Kecepatan pendengar (m/s)
 v_s = Kecepatan sumber bunyi (m/s)

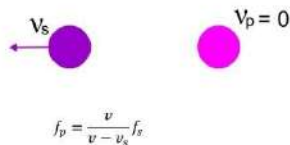
Dalam persamaan efek Doppler ada beberapa perjanjian tanda
 v_s bernilai positif (+) jika sumber bunyi menjauhi pendengar
 v_s bernilai negatif (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar
 v_p bernilai positif (+) jika pendengar mendekati sumber bunyi
 v_p bernilai negatif (-) jika pendengar menjauhi sumber bunyi

Jika persamaan di atas diperluas dalam setiap kasus, maka didapatkan beberapa kasus sebagai berikut:

1. Sumber Bunyi Bergerak dan Pengamat Diam
 - a. Sumber bunyi bergerak mendekat dan pengamat diam



- b. Sumber bunyi bergerak menjauh dan pengamat diam



 LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

2. Sumber Bunyi Diam dan Pengamat Bergerak

a. Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak mendekat



$$f_p = \frac{v - v_p}{v} f_s$$

b. Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak menjauh



$$f_p = \frac{v - v_p}{v} f_s$$

3. Sumber Bunyi dan Pengamat Bergerak

a. Sumber bunyi bergerak mendekat dan pengamat mendekat



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

b. Sumber bunyi bergerak menjauh dan pengamat bergerak menjauh



LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

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

- c. Sumber bunyi bergerak mendekat dan pengamat bergerak menjauh



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

- d. Sumber bunyi bergerak menjauh dan dan pengamat bergerak mendekat



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

4. Sumber Bunyi Diam dan Pengamat Diam

Ketika sumber bunyi diam dan pengamat diam, tidak terjadi peristiwa efek Doppler sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$f_p = f_s$$





Technology

➤ Alat dan Bahan

1. 2 buah HP
2. Penggaris
3. Stopwatch
4. Alat tulis



Engineering

➤ Langkah Percobaan

- a. Sumber bunyi bergerak mendekati dan pendengar diam
 1. Silahkan berkelompok dengan teman kalian maksimal 4-5 orang.
 2. Siapkan alat bahan yang dibutuhkan di meja kerja kalian
 3. Siapkan dua buah HP yang telah terpasang aplikasi Phyphox kemudian buka
 4. Salah satu HP membuka menu "Tone Generator" dan HP yang lain membuka menu "Doppler Effect"
 5. Anggap satu HP sebagai sumber bunyi (Menu Tone Generator) dan HP lainnya (Menu Doppler Effect) sebagai pendengar
 6. Letakkan "pendengar" pada meja kerja
 7. Jalankan masing-masing menu
 8. Kemudian gerakkan secara perlahan sumber bunyi dari "pendengar" hingga menjauhinya
 9. Coba berulang dengan frekuensi yang berbeda-beda
 10. Setelah didapatkan hasil, analisislah menggunakan persamaan efek Doppler sehingga mendapatkan kecepatan sumber bunyi yang bergerak
- b. Sumber bunyi bergerak menjauhi dan pendengar diam
 1. Silahkan berkelompok dengan teman kalian maksimal 4-5 orang.
 2. Siapkan alat bahan yang dibutuhkan di meja kerja kalian
 3. Siapkan dua buah HP yang telah terpasang aplikasi Phyphox kemudian buka
 4. Salah satu HP membuka menu "Tone Generator" dan HP yang lain membuka menu "Doppler Effect"



LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

5. Anggap satu HP sebagai sumber bunyi (Menu Tone Generator) dan HP lainnya (Menu Doppler Effect) sebagai pendengar
6. Letakkan "pendengar" pada meja kerja
7. Jalankan masing-masing menu
8. Kemudian gerakan secara perlahan sumber bunyi hingga sampai di "pendengar"
9. Coba berulang dengan frekuensi yang berbeda-beda
10. Setelah didapatkan hasil, analisislah menggunakan persamaan efek Doppler sehingga mendapatkan kecepatan sumber bunyi yang bergerak.

➤ **Tabel Pengamatan**

Ikutilah petunjuk pembuatan tabel data percobaan berikut ini!

1. Isilah tabel dibawah ini berdasarkan pengamatan dan analisis yang dilakukan.
 2. Pastikan pengisian tabel berdasarkan fakta di lapangan, karena seorang peneliti sejati selalu jujur dengan hasil yang didapatkan
 3. Lakukan percobaan dengan sungguh-sungguh dan berdasarkan kerja sama tim yang baik
 4. Jangan lupa satuan yang dipakai di dalam tabel harus sudah menggunakan Satuan Internasional (SI)
- a. Sumber bunyi bergerak mendekati dan pendengar diam

No.	f_s (Hz)	f_p (Hz)	v (m/s)	v_p (m/s)	v_s (m/s)
1.	300		340	0	...
2.	310				...
3.	320				...
4.	330				...
5.	340				...

- b. Sumber bunyi bergerak menjauhi dan pendengar diam

No.	f_s (Hz)	f_p (Hz)	v (m/s)	v_p (m/s)	v_s (m/s)
1.	300		340	0	...
2.	310				...
3.	320				...
4.	330				...
5.	340				...



➤ **Analisis Data**

Setelah didapatkan data yang diinginkan, analisislah menggunakan persamaan efek Doppler sehingga didapatkan kecepatan sumber bunyi bergerak menuju pendengar!



➤ **Pembahasan**

Setelah selesai menganalisis data menggunakan persamaan efek Doppler yang ada, buatlah pembahasan menggunakan bahasa kalian sendiri!

➤ **Kesimpulan**

Buatlah kesimpulan sesuai dengan data yang didapatkan!



GLOSARIUM

Dawai	Senar yang digetarkan dan dapat menghasilkan bunyi
Pipa Organa	Salah satu elemen penghasil suara berupa kolom udara yang bisa menghasilkan gelombang stasioner atau gelombang berdiri dan mampu mengeluarkan bunyi atau resonansi istilahnya.
Resonansi	Fenomena ketika suatu benda bergetar dipengaruhi oleh getaran gelombang elektromagnetik eksternal sehingga menyebabkan getaran
Pelayangan Bunyi	Dua bunyi keras atau dua bunyi lemah yang terjadi secara berurutan
Intensitas Bunyi	Suatu daya yang dibawa oleh gelombang suara (per satuan luas) dengan arah tegak lurus dari arah cepat rambat gelombang.
Sonar	Salah satu alat sistem navigasi pada kapal yang bertujuan untuk menginderaan jauh pencitraan bawah laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Radjawane, Marianna Magdalena, Alvius Tinambunan, dan Suntar Jono. (2022). *Buku Panduan Guru Fisika SMA/MA Kelas XI*. Jakarta Selatan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
- Radjawane, Marianna Magdalena, Alvius Tinambunan, dan Suntar Jono. (2022). *Fisika untuk Siswa SMA/MA Kelas XI*. Jakarta Selatan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
- <https://akupintar.id/info-pintar/-/blogs/gelombang-bunyi-klasifikasi-sifat-gelombang-bunyi-dan-penerapannya#:~:text=Pelayangan%20bunyi%20adalah%20dua%20bunyi%20dihasilkan%20saat%20fase%20keduanya%20sama> diakses pada tanggal 2 Januari 2024 Pukul 16.31
- Sumber: <https://asset.kompas.com> Diakses pada tanggal 16 Mei 2024 Pukul 17.25
- <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-6826296/5-perbedaan-gelombang-transversal-dan-longitudinal-gambar-serta-tabel> Diakses pada tanggal 16 Mei 2024 Pukul 17.40
- <https://www.studiobelajar.com/gelombang-mekanik/> Diakses pada tanggal 16 Mei 2024 Pukul 17.45
- <https://www.americanocceans.org/facts/what-is-sonar/> Diakses pada tanggal 16 Mei 2024



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**

Lampiran 39

Hasil Kegiatan Belajar Peserta Didik Menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik Menggunakan Pendekatan STEM berbantuan Aplikasi Phythox



 LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 1

SONAR

ANGGOTA KELOMPOK: 1

1. Adnanngah Dermawan S
2. Alipandy Nupptzuddin H.W
3. Analisa Daus
4. Andaya Sakhi N
5. Areta Supa R



Science

➤ **Tujuan Percobaan**

1. Untuk membuktikan salah satu sifat bunyi yakni dapat dipantulkan
2. Untuk mengetahui fungsi gelombang bunyi (sonar) sebagai alat ukur kedalaman atau panjang

➤ **Dasar Teori**

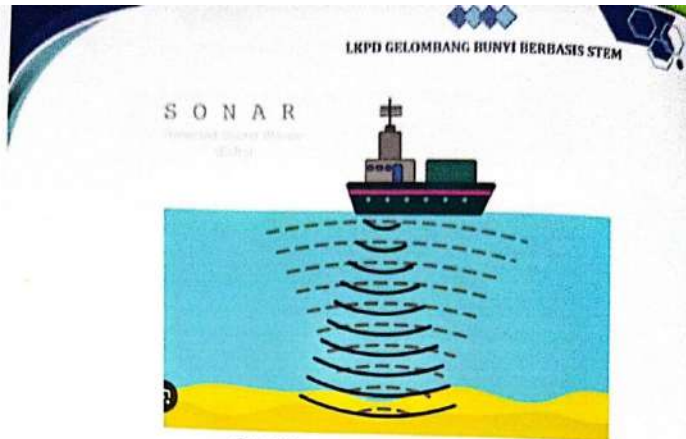
Sonar atau *Sound Navigation and Ranging* merupakan salah satu alat sistem navigasi pada kapal yang bertujuan untuk menginderaan jauh pencitraan bawah laut. Kehadiran sonar merupakan salah satu bentuk nyata dalam perkembangan teknologi sistem navigasi laut. Sonar adalah suatu sistem yang terdiri dari transduser dengan arah miring beserta unit perekamannya yang dapat digunakan untuk memberikan informasi citra bawah laut. Sistem sonar yang digunakan untuk mendeteksi suatu objek menggunakan frekuensi suara tinggi atau ultrasonik. Umumnya frekuensi yang digunakan berkisar pada 50kHz, karena pada frekuensi ini tidak bisa terdengar oleh manusia dan panjang gelombangnya sangat kecil.



 BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX



13



Gambar 13 ilustrasi pengukuran kedalaman laut menggunakan sonar

Sumber: <https://www.american-oceans.org/facts/what-is-sonar/>

Prinsip kerja sistem sonar pada kapal yaitu dengan memancarkan gelombang ultrasonik yang disebut dengan transmitter (emitter) maka pantulan dari sinyal tersebut akan menimbulkan efek gema dan akan dipantulkan kembali kepada sistem penerima (receiver) lalu dilakukan pengkalkulasian mengenai jarak objek dari lokasi kapal dan juga informasi lainnya seperti pemetaan dibawah air.



➤ Alat dan Bahan

1. 1 buah HP
2. Kardus
3. 1 buah Gunting
4. 1 buah Penggaris
5. Alat tulis



BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX



Engineering

Langkah Percobaan

1. Silahkan berkelompok dengan teman kalian maksimal 5 orang
2. Siapkan alat bahan yang dibutuhkan
3. Buka aplikasi Phyphox pada hp kalian
4. Buka menu "Sonar" untuk memulai praktikum ini
5. Tekan tab "echo location" untuk menentukan kecepatan bunyi sumber
6. Jalankan aplikasi dengan menekan tombol mulai dan biarkan aplikasi mengeluarkan bunyi hingga tiga kali
7. Matikan bunyi aplikasi
8. Ambil data waktu dari grafik yang tersedia pada menu "timing"
9. Analisis menggunakan persamaan dari Gerak Lurus Beraturan (GLB)
10. Bandingkan jarak hasil pengukuran penggaris dengan pengukuran menggunakan bunyi, apakah sama atau tidak melalui analisis dan pembahasan
11. Buatlah kesimpulan.

Tabel Pengamatan

Ikutilah petunjuk pembuatan tabel data percobaan berikut ini!

1. Isilah tabel dibawah ini berdasarkan pengamatan dan analisis yang dilakukan.
2. Pastikan pengisian tabel berdasarkan fakta di lapangan, karena seorang peneliti sejati selalu jujur dengan hasil yang didapatkan
3. Lakukan percobaan dengan sungguh-sungguh dan berdasarkan kerja sama tim yang baik
4. Jangan lupa satuan yang dipakai di dalam tabel harus sudah menggunakan Satuan Internasional (SI)

Elar
Besar
Elar
Kecil
Pg

No.	Kecepatan (m/s)	Waktu (t)	Jarak sumber (m)
1.	09,385	0,002	0,1846
2.	81,194	0,002	0,1624
3.	51,124	0,00215	0,1039
4.	63,0157	0,00208	0,131
5.	43,0120	0,0021	0,07
6.	33,05	0,0022	0,075

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX

$$\begin{aligned}
 NB &= 6B : 17 \text{ cm} = 0,17 \text{ m} \\
 GK &= 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m} \\
 PG &= 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Mathematic

► Analisis Data

Seperti halnya sistem yang digunakan pada sonar untuk mengetahui kedalaman permukaan air laut, pengukuran jarak menggunakan bunyi ini menggunakan prinsip yang sama. Setelah data kecepatan dan waktu tempuh didapatkan, coba analisislah menggunakan persamaan Gerak Lurus Beraturan (GLB) untuk mendapatkan jarak sebenarnya sumber bunyi dengan objek yang ingin dicari jaraknya!

• Percobaan 1 $s = v \cdot t$ $= 99,513 \times 0,002$ $= 0,199026 \text{ m}$	• Percobaan 2 $s = v \cdot t$ $= 81,194 \times 0,002$ $= 0,162388 \text{ m}$
• Percobaan 3 $s = v \cdot t$ $= 11,114 \times 0,00125$ $= 0,138925$	• Percobaan 4 $s = v \cdot t$ $= 63,043 \times 0,00204$ $= 0,12860772$
• Percobaan 5 $s = v \cdot t$ $= 14,0828 \times 0,0041$ $= 0,05774948$	• Percobaan 6 $s = v \cdot t$ $= 53,97 \times 0,0021$ $= 0,113337$

Jawaban sudah tepat
tenggal dikalikan 2

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

> Pembahasan

Setelah selesai menganalisis data menggunakan persamaan GLB, buatlah pembahasan menggunakan bahasa kalian sendiri!

Praktikum dilakukan sebanyak 3 jenis benda dengan masing-masing benda 2 percobaan. Benda tersebut adalah gelas besar (17 cm), gelas ukur (12 cm), dan kardus (6 cm).

Data gelas besar: jarak yang di dapat 0,1966 dan 0,1624 untuk gelas kecil yaitu 0,109 dan 0,131. dan untuk kardus adalah 0,07 dan 0,095.

Data tersebut dapat diperoleh karena sesuai dengan teori yang telah dijelaskan yaitu ketika sebuah sonar yang menghasilkan gelombang bunyi dapat dipantulkan kembali sehingga di dapatkan data kedalaman gelas dan sesuai dengan sifat gelombang bunyi yaitu dapat dipantulkan.

> Kesimpulan

Buatlah kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh!

Pengukuran sifat gelombang bunyi dapat dipantulkan, dibuktikan dengan sonar yang dapat menghasilkan gelombang bunyi yang dipantulkan sehingga diketahui kedalaman gelas.



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 2 CEPAT RAMBAT BUNYI

ANGGOTA KELOMPOK: 1

1. Ardiantyiah Denikawan S
2. Alifrandy Muhiplaudin M'W
3. Aniliet Dev S
4. Aridayi Sakti N
5. Areta Sapa R



Science

Tujuan Percobaan

1. Untuk mengetahui peristiwa resonansi bunyi pada sebuah pipa
2. Untuk menentukan cepat rambat bunyi

Dasar Teori

Resonansi gelombang bunyi pada tabung Kundt terjadi ketika panjang gelombang dan panjang pipa sesuai sedemikian sehingga terdapat superposisi antara gelombang datang yang dihasilkan oleh sumber bunyi dan gelombang pantul yang menjalar berlawanan dengan arah gelombang datang, superposisi ini membentuk pola-pola gelombang stasioner yang memiliki perut dan simpul gelombang. Selain perut dan simpul, rapatan dan regangan molekul udara terdapat di sepanjang kolom resonansi. Rapatan menunjukkan densitas molekul udara rendah yang mengakibatkan tekanan udara meningkat, sedangkan regangan menunjukkan densitas molekul udara tinggi yang mengakibatkan tekanan udara menurun. Sehingga titik perut untuk simpangan gelombang merupakan titik simpul untuk tekanan udara, dan titik simpul simpangan gelombang merupakan titik puncak dari tekanan udara.

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX



LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

Tabung resonansi yang digunakan adalah tabung dengan salah satu ujung tertutup. Resonansi gelombang bunyi terjadi ketika panjang kolom udara di dalam tabung adalah kelipatan ganjil dari panjang gelombang dibagi empat atau secara matematis:

$$\lambda = \frac{4L}{n}, n = 1, 3, 5, \dots$$



Technology

> Alat dan Bahan

1. 1 buah pipa paralon 30 cm
2. 1 buah ember sedang
3. 1 buah penggaris 30 cm
4. 1 buah HP
5. Air $\frac{3}{4}$ ember
6. Alat tulis



Engineering

> Langkah Percobaan

1. Silahkan berkelompok dengan teman kalian maksimal 4-5 orang.
2. Siapkan alat bahan yang dibutuhkan
3. Beri ukuran paralon menggunakan spidol dengan kelipatan panjang sentimeter
4. Isi air kedalam ember hingga hampir penuh
5. Masukkan paralon yang telah diberi ukuran kedalam ember hingga ke bawah
6. Buka aplikasi "Phyphox" yang telah di pasang di salah satu HP kalian
7. Pilih menu "Tone Generator" untuk mendapatkan gelombang bunyi yang diinginkan
8. Ketika sudah masuk di menu tersebut, nilai frekuensi gelombang bunyi dapat diatur sesuai dengan keinginan



BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

9. Frekuensi pertama gunakan sebesar 400 Hz.
10. Kemudian lubang speaker HP tersebut tempelkan pada ujung atas dari paralon
11. Angkat paralon bersamaan dengan HP tersebut pelan-pelan hingga suara yang dihasilkan dapat berubah
12. Tandai perubahan suara tadi pada angka panjang berapa
13. Lanjutkan angkat lagi hingga menemukan suara yang berbeda lagi dan kemudian tandai lagi
14. Peristiwa resonansi bunyi telah ditemukan dan kemudian variasikan nilai frekuensi pada kelipatan 100 Hz
15. Analisislah hasil percobaan dengan persamaan yang telah ada

➤ Tabel Pengamatan

Ikutilah petunjuk pembuatan tabel data percobaan berikut ini!

1. Isilah tabel dibawah ini berdasarkan pengamatan dan analisis yang dilakukan.
2. Pastikan pengisian tabel berdasarkan fakta di lapangan, karena seorang peneliti sejati selalu jujur dengan hasil yang didapatkan
3. Lakukan percobaan dengan sungguh-sungguh dan berdasarkan kerja sama tim yang baik
4. Jangan lupa satuan yang dipakai di dalam tabel harus sudah menggunakan Satuan Internasional (SI)

No.	Frekuensi (Hz)	Jarak (m)	Cepat Rambat (m/s)
1.	400	0,226	345,6
2.	500	0,175	310
3.	600	0,15	360

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX

Mathematic

➤ Analisis Data

Analisislah menggunakan persamaan yang telah ada sehingga didapatkan cepat rambat bunyi!

$$\begin{aligned}
 \textcircled{1} \quad v &= f \cdot \lambda \\
 &= 400 \cdot \frac{1}{n} \\
 &= 400 \cdot \frac{1 \cdot 0,216}{1} \\
 &= 86400 \cdot 0,216 \\
 &= 345,6 \cdot \text{m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \textcircled{2} \quad v &= f \cdot \lambda \\
 &= 500 \cdot \frac{1}{n} \\
 &= 500 \cdot \frac{1 \cdot 0,175}{1} \\
 &= 20000 \cdot 0,175 \\
 &= 350 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \textcircled{3} \quad v &= f \cdot \lambda \\
 &= 600 \cdot \frac{1}{n} \\
 &= 600 \cdot \frac{1 \cdot 0,15}{1} \\
 &= 2400 \cdot 0,15 \\
 &= 360 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

➤ Pembahasan

Setelah selesai menganalisis data menggunakan persamaan yang telah ada, buatlah pembahasan singkat tentang kegiatan yang telah dilakukan!

Dilakukan 5 kali percobaan praktikum resonansi bunyi di dapatkan data dari 400, 500, dan 600 frekuensi yaitu data panjang pipa organa 0,216, 0,175, dan 0,15 m serta data hasil perhitungan cepat rambat gelombang bunyi yaitu 345,6, 300, 360 m/s. Dari praktikum resonansi bunyi ini terbukti dengan sesuai hasil yang di dapat dari analisis dan teori yang ada yaitu cepat rambat bunyi di udara yaitu 340 m/s.

Seuf
7-05-29

➤ Kesimpulan

Praktikum resonansi bunyi berhasil dilakukan dengan di dapatkannya hasil analisis data yang sesuai dengan Teori yaitu cepat rambat gelombang bunyi hasil praktikum dan cepat rambat gelombang bunyi di udara.

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 3 EFEK DOPPLER

ANGGOTA KELOMPOK: 5

1. Andriyjah Dirmawan S
2. Alfiandy Mufiauddin H W
3. Anaelis Desi S
4. Andayu Sakli N
5. Areta Sapo R



Science

Tujuan Percobaan

1. Untuk mengetahui frekuensi yang dipancarkan oleh sumber akibat efek Doppler
2. Untuk mengetahui kecepatan sumber bunyi dari persamaan efek Doppler

Dasar Teori

Secara umum efek Doppler dialami ketika ada suatu gerak relatif antara sumber bunyi dengan pengamat. Ketika sumber bunyi dan pengamat bergerak saling mendekati, pengamat mendengar frekuensi lebih tinggi daripada frekuensi yang dipancarkan sumber tanpa adanya gerak relatif. Ketika sumber bunyi dan pengamat bergerak saling menjauhi, pengamat mendengar frekuensi bunyi yang lebih rendah daripada frekuensi sumber bunyi tanpa adanya gerak relatif.

Dinamakan efek Doppler dikarenakan mengikuti nama tokoh fisika bernama Johann Doppler. Gelombang yang umum dijumpai adalah gelombang bunyi yang merambat melalui medium udara. Sebagaimana persamaan efek Doppler yang telah didapatkan sebelumnya, berikut adalah persamaan efek Doppler:



BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX



LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

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

Dengan: f_p = Frekuensi pendengar (Hz)
 f_s = Frekuensi sumber bunyi (Hz)
 v = Cepat rambat udara (340 m/s)
 v_p = Kecepatan pendengar (m/s)
 v_s = Kecepatan sumber bunyi (m/s)

Dalam persamaan efek Doppler ada beberapa perjanjian tanda

v_s bernilai positif (+) jika sumber bunyi menjauhi pendengar

v_s bernilai negatif (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar

v_p bernilai positif (+) jika pendengar mendekati sumber bunyi

v_p bernilai negatif (-) jika pendengar menjauhi sumber bunyi

Jika persamaan diatas diperluas dalam setiap kasus, maka didapatkan beberapa kasus sebagai berikut:

1. Sumber Bunyi Bergerak dan Pengamat Diam

a. Sumber bunyi bergerak mendekat dan pengamat diam



$$f_p = \frac{v}{v - v_s} f_s$$

b. Sumber bunyi bergerak menjauh dan pengamat diam



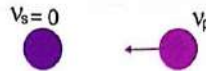
$$f_p = \frac{v}{v + v_s} f_s$$

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

2. Sumber Bunyi Diam dan Pengamat Bergerak

a. Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak mendekat



$$f_p = \frac{v - v_p}{v} f_s$$

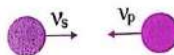
b. Sumber bunyi diam dan pengamat bergerak menjauh



$$f_p = \frac{v - v_p}{v} f_s$$

3. Sumber Bunyi dan Pengamat Bergerak

a. Sumber bunyi bergerak mendekat dan pengamat mendekat



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

b. Sumber bunyi bergerak menjauh dan pengamat bergerak menjauh



LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

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

- c. Sumber bunyi bergerak mendekat dan pengamat bergerak menjauh



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

- d. Sumber bunyi bergerak menjauh dan pengamat bergerak mendekat



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

4. Sumber Bunyi Diam dan Pengamat Diam

Ketika sumber bunyi diam dan pengamat diam, tidak terjadi peristiwa efek Doppler sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$f_p = f_s$$

$$v_s = 0$$



$$v_p = 0$$



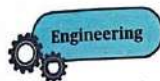
BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX





> Alat dan Bahan

1. 2 buah HP
2. Penggaris
3. Stopwatch
4. Alat tulis



> Langkah Percobaan

- a. Sumber bunyi bergerak mendekati dan pendengar diam
 1. Silahkan berkelompok dengan teman kalian maksimal 4-5 orang.
 2. Siapkan alat bahan yang dibutuhkan di meja kerja kalian
 3. Siapkan dua buah HP yang telah terpasang aplikasi Phyphox kemudian buka
 4. Salah satu HP membuka menu "Tone Generator" dan HP yang lain membuka menu "Doppler Effect"
 5. Anggap satu HP sebagai sumber bunyi (Menu Tone Generator) dan HP lainnya (Menu Doppler Effect) sebagai pendengar
 6. Letakkan "pendengar" pada meja kerja
 7. Jalankan masing-masing menu
 8. Kemudian gerakkan secara perlahan sumber bunyi dari "pendengar" hingga menjauhinya
 9. Coba berulang dengan frekuensi yang berbeda-beda
 10. Setelah didapatkan hasil, analisislah menggunakan persamaan efek Doppler sehingga mendapatkan kecepatan sumber bunyi yang bergerak
- b. Sumber bunyi bergerak menjauhi dan pendengar diam
 1. Silahkan berkelompok dengan teman kalian maksimal 4-5 orang.
 2. Siapkan alat bahan yang dibutuhkan di meja kerja kalian
 3. Siapkan dua buah HP yang telah terpasang aplikasi Phyphox kemudian buka

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

4. Salah satu HP membuka menu "Tone Generator" dan HP yang lain membuka menu "Doppler Effect"
5. Anggap satu HP sebagai sumber bunyi (Menu Tone Generator) dan HP lainnya (Menu Doppler Effect) sebagai pendengar
6. Letakkan "pendengar" pada meja kerja
7. Jalankan masing-masing menu
8. Kemudian gerakkan secara perlahan sumber bunyi hingga sampai di "pendengar"
9. Coba berulang dengan frekuensi yang berbeda-beda
10. Setelah didapatkan hasil, analisislah menggunakan persamaan efek Doppler sehingga mendapatkan kecepatan sumber bunyi yang bergerak.

Tabel Pengamatan

Ikutilah petunjuk pembuatan tabel data percobaan berikut ini!

1. Isilah tabel dibawah ini berdasarkan pengamatan dan analisis yang dilakukan.
2. Pastikan pengisian tabel berdasarkan fakta di lapangan, karena seorang peneliti sejati selalu jujur dengan hasil yang didapatkan
3. Lakukan percobaan dengan sungguh-sungguh dan berdasarkan kerja sama tim yang baik
4. Jangan lupa satuan yang dipakai di dalam tabel harus sudah menggunakan Satuan Internasional (SI)
- a. Sumber bunyi bergerak mendekati dan pendengar diam

No.	f_s (Hz)	f_p (Hz)	v (m/s)	v_p (m/s)	v_r (m/s)
1.	300	300, 225	340	0	-0,56
2.	310				...
3.	320				...
4.	330				...
5.	340				...

- b. Sumber bunyi bergerak menjauhi dan pendengar diam

No.	f_s (Hz)	f_p (Hz)	v (m/s)	v_p (m/s)	v_r (m/s)
1.	300	290, 229	340	0	0,43
2.	310				...
3.	320				...
4.	330				...
5.	340				...

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX

Mathematic

Analisis Data

Setelah didapatkan data yang diinginkan, analisislah menggunakan persamaan efek Doppler sehingga didapatkan kecepatan sumber bunyi bergerak menuju pendengar!

$$a. f_p = \frac{v + 0}{v - v_s} \cdot f_s$$

$$300,323 = \frac{340}{340 - v_s} \cdot 300$$

$$300,323 = \frac{102.000}{340 - v_s}$$

$$102.109,82 - 300,323 v_s = 102.000$$

$$-300,323 v_s = 102.000 - 102.109,82$$

$$-v_s = \frac{109,82}{300,323}$$

$$-v_s = 0,36$$

$$v_s = -0,36 \text{ m/s (} v_s \text{ mendekati)}$$

$$b. f_p = \frac{v + 0}{v + v_s} \cdot f_s$$

$$299,619 = \frac{340}{340 + v_s} \cdot 300$$

$$299,619 = \frac{102.000}{340 + v_s}$$

$$101.870,46 + 299,619 v_s = 102.000$$

$$299,619 v_s = 102.000 - 101.870,46$$

$$v_s = \frac{129,54}{299,619}$$

$$= 0,43 \text{ m/s (} v_s \text{ menjauhi)}$$

LKPD GELOMBANG BUNYI BERBASIS STEM

> Pembahasan

Setelah selesai menganalisis data menggunakan persamaan efek Doppler yang ada, buatlah pembahasan menggunakan bahasa kalian sendiri!

Dua percobaan dilakukan untuk praktikum efek dopler didapatkan data untuk masing masing percobaan yaitu $V_r = -0,136$ dan $V_s = 0,143$. Data tersebut di datat dan dinyatakan sesuai dengan teori bahwa adanya $V_r (-)$ untuk sumber mendekati pendengar dan $V_r (+)$ untuk sumber menjauhi pendengar.

> Kesimpulan

Buatlah kesimpulan sesuai dengan data yang didapatkan!

Dua percobaan pada praktikum efek dopler dinyatakan sesuai dan terbukti dengan teori yang ada, dibuktikan dengan data $V_r (-)$ y/ sumber mendekat dan $V_r (+)$ y/ sumber menjauhi.

BERBANTUAN APLIKASI PHYPHOX

GLOSARIUM

Dawai	Senar yang digetarkan dan dapat menghasilkan bunyi
Pipa Organa	Salah satu elemen penghasil suara berupa kolom udara yang bisa menghasilkan gelombang stasioner atau gelombang berdiri dan mampu mengeluarkan bunyi atau resonansi istilahnya.
Resonansi	Fenomena ketika suatu benda bergetar dipengaruhi oleh getaran gelombang elektromagnetik eksternal sehingga menyebabkan getaran
Pelayangan Bunyi	Dua bunyi keras atau dua bunyi lemah yang terjadi secara berurutan
Intensitas Bunyi	Suatu daya yang dibawa oleh gelombang suara (per satuan luas) dengan arah tegak lurus dari arah cepat rambat gelombang.
Sonar	Salah satu alat sistem navigasi pada kapal yang bertujuan untuk menginderaan jauh pencitraan bawah laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Radjawane, Marianna Magdalena, Alvius Tinambunan, dan Suntar Jono. (2022). *Buku Panduan Guru Fisika SMA/MA Kelas XI*. Jakarta Selatan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
- Radjawane, Marianna Magdalena, Alvius Tinambunan, dan Suntar Jono. (2022). *Fisika untuk Siswa SMA/MA Kelas XI*. Jakarta Selatan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
- <https://akupintar.id/info-pintar/-/blogs/gelombang-bunyi-klasifikasi-sifat-gelombang-bunyi-dan-penerapannya#:~:text=Pelayangan%20bunyi%20adalah%20dua%20bunyi%20dihasilkan%20saat%20fase%20keduanya%20sama> diakses pada tanggal 2 Januari 2024 Pukul 16.31
- Sumber: <https://asset.kompas.com> Diakses pada tanggal 16 Mei 2024 Pukul 17.25
- <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-6826296/5-perbedaan-gelombang-transversal-dan-longitudinal-gambar-serta-tabel> Diakses pada tanggal 16 Mei 2024 Pukul 17.40
- <https://www.studiolahajar.com/gelombang-mekanik/> Diakses pada tanggal 16 Mei 2024 Pukul 17.45
- <https://www.americanooceans.org/facts/what-is-sonar/> Diakses pada tanggal 16 Mei 2024

Lampiran 40

Lembar Jawaban Peserta Didik Uji Coba Soal Skala Kecil

LEMBAR JAWABAN URAIAN

Nama : Ansyifa Saltrabiku W. Kelas : XI-11
No. Absen : 5 Waktu :

31. Benda padat, Benda gas, Benda cair
2. Benda memantulkan cahaya yang diteruskan sinar tembak untuk memantul kembali ke permukaan air.
3. $\rho = 1 \text{ m}$ $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$
5. $t = 0,0002 \text{ s}$ $E = 20 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ $v^2 = \frac{E}{\rho}$
- $\rho = \frac{E}{v^2} = \frac{20 \cdot 10^{10}}{5000^2} = 2000000000$
- $\rho = \frac{1}{0,0002^2} = 2500000000$
4. $v = 1,410 \text{ m/s}$ $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$
9. $\rho = 13,600 \text{ kg/m}^3$ $v^2 = \frac{B}{\rho}$
- $1410^2 \times 13,600 = B$
- $\Rightarrow B = 27.038.160.000 \text{ N/m}^2$
5. Perambatan bunyi pada zat cair = memantul katena di dalam air
9. $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{27.038.160.000}{13,600}} = \sqrt{1.988.095.588} = 1410,7$
26. $t = \frac{v}{\lambda}$ $\lambda = \frac{v}{f}$
2. $\lambda = 0,01 \text{ m}$ $f = \frac{v}{\lambda}$
- $m = 16 \text{ A}$ $f_n = f(n+1)$
- $F = 800 \text{ N}$ $f_1 = f_2$
- $n = 1$

(8.) $l = 1 \text{ m}$

3 $P_2 = 100 \text{ N}$

$$f = 500 \rightarrow 10 \text{ power}$$

M

$$v^2 = \frac{F}{m}$$

$$n = \frac{100}{m}$$

$$m = \frac{100}{10000} = 0,1 \text{ kg}$$

(9.) $l = 60 \text{ cm} \rightarrow 0.6 \text{ m}$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

f_0, f_3, f_5

$$F_0 = \frac{1}{\mu_0} \cdot U$$

$$= \frac{1}{2} \times 340 = 283,3$$

$$f_3 = \frac{1}{29} \times 40 = \frac{1}{1,2} \times 1,360$$

$$f_s = \frac{1}{2l} \cdot 60 = \frac{1}{1.2} \times 2040$$

$$l = 29 \text{ cm} \Rightarrow 0,25 \text{ m}$$

$$f_0 = f_A \rightarrow \rho = 1,5 \text{ m}$$

(10) $\lambda = 340$

$$V_0 = 514$$

$$U = \lambda \cdot h\nu$$

$$70 = x \cdot \log 1$$

$$x = 0.75$$

$$f_H = 340 = 680$$

$n = 2$

50-107

11) Terjadi karena perbedaan frekuensi yg didengar & ditimbulkan
→ Semula mendengar ke arah kiri, frekuensi kawatnya semula lebih

(12) $F_s = 2000 \text{ Hz}$ $F_p = \frac{v \pm v_i}{v} \cdot F$

$$F_d = 1760 \text{ Hz}$$

$$V = 340$$

$$1700 = 340 + 0, 2000$$

$$3.90 - V_s$$

$$1700(340 - V_s) = 340 \cdot 2600$$

$$1700 = \frac{600.000}{340-4}$$

$$340 - V_1 = 400$$

$$340 - 400 = VS$$

$$-60 \text{ m/s} = V_f$$

(13) $v_s = 144 \text{ km/jam} = 40 \text{ m/s}$

$f_s = 2000 \text{ Hz}$

$v_p = 40 \text{ m/s}$

$v = 320$

$f_p = \frac{320 + 40}{320 - 40} \times 2000$

$= \frac{360}{280} \times 2000$

$= 2.571 \times 2000$

$= 5142 \text{ Hz}$

$f_{p2} = \frac{2.571}{1.555} \times 211$

$= 344 \text{ Hz}$

(14)

$v_s = 30 \text{ m/s}$

$v_p = 20 \text{ m/s}$

$f_p = |f_s - f_e|$

$v_p = 0$

$v_p = 0$

$= |640 - 510|$

$f_s = 504 \text{ Hz}$

$f_p = 510$

$= 130$

$v = 340 \text{ m/s}$

(15)

$v_p = 0$

$v_s = 30 \text{ m/s}$

$v_s = 40 \text{ m/s}$

$v = 330$

$f_s = 1200 \text{ Hz}$

$f_s = 870$

$f_{p1} = \frac{330 + 0}{330 - 30} \times 1200$

$= \frac{330}{300} \times 1200$

$= 1.320 \times 1200$

$= 1584 \text{ Hz}$

$f_{p2} = \frac{330 + 0}{330 - 40} \times 1200$

$= \frac{330}{290} \times 1200$

$= 1.379 \times 1200$

$= 1655 \text{ Hz}$

$f_p = 45$

(16)

karena gerakan maju mundur atom > molekul udara
mendukung atom > molekul kaca untuk bergerak
bisa jadi retr yg kedua bisa memantarkan jendela

(17)

$f = 900 \text{ Hz}$

$v = 22,5$

$L = \frac{1}{2}$

$L = f \cdot \lambda$

$v \cdot \lambda = \frac{1}{2}$

$\lambda = \frac{1}{2 \cdot v}$

$\lambda = \frac{1}{2 \cdot 22,5}$

(10)

L

(20)

$$T_1 = 60$$

1

$$T_n = 60 + 10 \log n$$

Lembar Jawaban *Pretest* Kelas Eksperimen

Nama : Fadhlika Pamestya -D Kelas : XI-10
No. Absen : 12 Waktu :

$t = 4 \text{ ms}$
 $s = v \cdot t$
 $v = \frac{s}{t}$
 $v = \frac{1.8 \text{ m}}{4 \times 10^{-3} \text{ s}}$
 $v = 450 \text{ m/s}$
 $L = 80 \text{ cm} = 0.8 \text{ m}$
 $m = 16 \text{ g} = 0.016 \text{ kg}$
 $F = ?$
 $v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}}$
 $F = \frac{m \cdot v^2}{L}$
 $F = \frac{0.016 \text{ kg} \cdot (450 \text{ m/s})^2}{0.8 \text{ m}}$
 $F = 4050 \text{ N}$
 $v = 1800 \text{ m/s}$
 $v^2 = \frac{F \cdot L}{m}$
 $F = \frac{m \cdot v^2}{L}$
 $F = \frac{0.016 \text{ kg} \cdot (1800 \text{ m/s})^2}{0.8 \text{ m}}$
 $F = 64800 \text{ N}$

Lampiran 42

Lembar Jawaban Posttest Kelas Eksperimen

LEMBAR JAWABAN URAIAN

Nama : Fadlika Pramestya . D Kelas : XI-10
No. Absen : 12 Waktu : 50 menit

1) $t = 4 \text{ s} \rightarrow V_{\text{gas}}$
 $s = 16 \text{ m}$

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

$$16 = \frac{1}{2} a (4)^2$$

$$16 = 8a$$

$$a = \frac{16}{8} = 2 \text{ m/s}^2$$

Mengapa? → karena menghitung berdasarkan land. kel. dan menggunakan rumus.

2) Dik: $L = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$
 $m = 16 \text{ gr} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$
 $F = 900 \text{ N}$
 Dit: ?
 $f = (n+1) \cdot \frac{v}{2L}$
 $= (1+1) \cdot \frac{v}{2 \cdot 0,8}$
 $= \frac{2 \cdot v}{1,6}$
 $= \frac{2 \cdot 200}{1,6}$
 $= 250 \text{ Hz}$

D) Pengaruh massa dalam kecepatan gelombang yang merambat semakin kecil maka dampaknya semakin besar. Hal ini dapat dilihat dari rumus $f = (n+1) \cdot \frac{v}{2L}$ yang menunjukkan bahwa semakin kecil frekuensi yang dihasilkan, nilai n akan semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil frekuensi yang dihasilkan, nilai n akan semakin besar.

5) $f_{\text{kas}} = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$, $v_0 = 340 \text{ m/s}$, $v_d = 510 \text{ m/s}$, $\lambda_d = 150 \text{ cm} = 1,5 \text{ m}$

a) $f_{\text{kas}} = f_{\text{kas}} = f_{\text{kas}}$, n ?

$$n \cdot \lambda_n = \frac{n+1}{2} \cdot \lambda_d$$

$$2 \cdot \lambda_n = \frac{n+1}{2} \cdot \lambda_d$$

$$1 + 0 = \frac{n+1}{2} \cdot 510$$

$$2 \cdot 0,25 = \frac{n+1}{2} \cdot 510$$

$$1 = \frac{n+1}{2} \cdot 510$$

$$2 = (n+1) \cdot 510$$

$$n+1 = 4$$

$$n = 3$$

b) Semakin panjangnya pipa maka semakin banyak frekuensi yang dapat dihasilkan. Selain dari pada juga akan berpengaruh terhadap getaran. Karena frekuensi akan semakin banyak maka

$$f_{\text{kas}} = \frac{v_0}{\lambda_d}$$

$$f_{\text{kas}} = \frac{v_0}{\lambda_d}$$

c) Sesuai dengan rumus, semakin banyak yang akan diukur. Atau diukur oleh f_{kas} dan f_{kas} karena akan berubah. $f_{\text{kas}} = \frac{v_0}{\lambda_d} \rightarrow$ karena λ_d berkurang maka f_{kas} akan lebih banyak.

$$f_{\text{kas}} = 2000 \text{ Hz}$$

$$f_{\text{kas}} = 1200 \text{ Hz}$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$v_p = ?$$

$$f_p = \frac{v + v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$2000 = \frac{340 + v_p}{200} \cdot 1200$$

$$v_p = 60 \text{ m/s}$$

$$v_p = 60 \text{ m/s}$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda_d} \cdot f_s$$

LEMBAR JAWABAN URAIAN

Nama : Fadhlila Pramestya - D Kelas : XI-10
 No. Absen : 12 Waktu :

10) $v_{s1} = 30 \text{ m/s}$

11) $v_{s2} = 210 \text{ m/s}$

$v = 330 \text{ m/s}$

$f_{s2} = 1200 \text{ Hz}$

$f_{s1} = 170 \text{ Hz}$

12) $f_{p1} =$

$f_{p2} =$

$x =$

$17.94 =$

$x =$

$f_{p2} = v + v$

$f_{s2} = v + v$

$\frac{x}{820} = \frac{330}{820 - 210}$

$\frac{x}{820} = \frac{330}{610}$

$x = \frac{330 \cdot 820}{610}$

$x = 440 \text{ Hz}$

$f_n = |f_{p1} - f_{p2}|$

$= |170 - 1200|$

$= 1030 \text{ Hz}$

13) Hasil $f_{p1} < f_{p2}$ dan rumus selangannya akan menjadi:

$f_n = |f_{p1} - f_{p2}|$

Lampiran 43

Lembar Jawaban Pretest Kelas Kontrol

LEMBAR JAWABAN URAIAN

Nama : Nabila Zahra Fauzila Kelas : XI-12
 No. Absen : 22 Waktu :

(1). Dimana : $D = v \cdot t$

2. $D = \text{jarak}$

$v = \text{kecepatan suara di udara}$

$t = \text{waktu yang suara}$

$\rightarrow v = (y \cdot \lambda - T)$

λ

Jadi persamaan lengkapnya menjadi :

$$D = (y \cdot \lambda - T) \cdot \frac{1}{2}$$

λ

(2) b) pengaruh massa dawai terhadap frekuensi yg dihasilkan berdasarkan persamaan, frekuensi berbanding terbalik dgn massa per satuan panjang dawai (μ). Sebelum satu massa dawai, maka semakin kecil frekuensi yang dihasilkan dan sebaliknya.

c)

(3). a.

2.

b. ketika dawai digetarkan getaran itu akan menyebabkan perubahan tekanan disekitar dawai. Perubahan tekanan ini akan merambat melalui medium (udara) sebagai gelombang suara.

2. A) Diket :

- Panjang pipa organa (L) $60 \text{ cm} = 0.6 \text{ m}$.
- Cepat rambat bunyi (v) $= 340 \text{ m/s}$

→ a). $f_1 = \frac{v}{4L}$

$$\text{frekuensi nada dasar} = f_1 = \frac{340 \text{ m/s}}{4(0.6 \text{ m})} = 142 \text{ Hz}$$

→ b). $f_2 = 3f_1$
 $= 3 \times 142 \text{ Hz} = 426 \text{ Hz}$

→ c). Menghitung frekuensi nada atas ke- n
 $f_n = 5 \times 142 \text{ Hz} = 710 \text{ Hz}$

B. a).

b).

(b) a)

b)

(7). a)

?

b) Ketika pesawat mengahli mara maka penerbangan akan
menyebabkan frekuensi bunyi sirine yg lebih rendah dan
frekuensi lainnya.

(8). a).

?

b). Ketika kecepatan sumber bunyi (160) semakin besar
maka frekuensi yang diterima pendengar saat
mendekati sumber bunyi akan semakin tinggi, dan
jauhnya.

(9). a)

b).

(10). a)

b)

Lampiran 44

Lembar Jawaban Posttest Kelas Kontrol

LEMBAR JAWABAN URAIAN

Nama : Nabila Zahra Fauzia

Kelas : XI-12.

No. Absen : 22

Waktu :

$$① \text{ Dimana : } D = \frac{v}{2} \cdot t$$

D = adalah Jarak R = konstanta gas universal = $8,314 \text{ J / (mol} \cdot \text{K)}$

v = Kecepatan suara di udara.

t = Waktu gempa bumi

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}}$$

Jadi, Penamaan lengkapnya menjadi =

$$D = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}} \cdot \frac{t}{2}$$

② Diketahui :

③ Panjang Dawai (L) = 80 cm = 0,8 m

Massa dawai (m) = 6 gram = 0,016 kg

Tegangan dawai (T) = 100 N

→ a) Untuk menghitung frekuensi pd atas tetap =

$$f = \left(\frac{1}{2L} \right) \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\rightarrow \mu = \frac{m}{L} = \frac{0,016 \text{ kg}}{0,8 \text{ m}} = 0,02 \text{ kg / m}$$

$$f = \left(\frac{1}{2} \cdot 0,8 \text{ m} \right) \cdot \sqrt{\frac{100 \text{ N}}{0,02 \text{ kg / m}}} = 100 \text{ Hz}$$

→ b) pengaruh massa dawai terhadap frekuensi yg dihasilkan =
Berdasarkan persamaan, frekuensi berbanding terbalik dgn massa ter satuan panjang dawai (μ). Semakin besar massa dawai, maka semakin kecil frekuensi yg dihasilkan, dan sebaliknya.

③ Menghitung massa dawai = 100 Hz =

$$\frac{(10}{2} \cdot 1 \text{ m}) \cdot \sqrt{\frac{100 \text{ N}}{(2\pi \cdot 100 \text{ Hz})^2}} = 0,04 \text{ kg / m} \cdot 1 \text{ m}$$

Jadi, massa dawai tsb adalah = 0,04 kg

b. ketika daun digetarkan, getaran itu akan menyebabkan perubahan tekanan disekitar daun. Perubahan tekanan itu merambat melalui medium udara sebagai gelombang suara.

① λ

- ② • Panjang pipa organa (L) = $60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$.
• Cepat rambat bunyi (v) = 340 m/s .

→ a) $f_1 = \frac{v}{\lambda}$

frekuensi nada dasar = $f_1 = \frac{340 \text{ m/s}}{(4 \cdot 0,6 \text{ m})} = 142 \text{ Hz}$.

→ b) $f_3 = 3 \cdot f_1$

$= 3 \cdot 142 \text{ Hz} = 426 \text{ Hz}$.

→ c) = Menyalurkan frekuensi pada skala ke- n .

$f_3 = 3 \cdot 142 \text{ Hz} = 426 \text{ Hz}$.

③ a) $f_1 = \frac{v}{\lambda}$

$f_1 = \frac{340 \text{ m/s}}{(2 \cdot 0,25 \text{ m})} = 680 \text{ Hz}$.

b) Berdasarkan persamaan frekuensi pada daun, frekuensi berbanding terbalik dengan panjang daun (L). Semakin panjang daun, semakin rendah frekuensi yg dihasilkan.

- ④ ketika mobil ambulans dgn sirene bergerak mendekati Andi, frekuensi suara sirene yg diterima Andi akan meningkat. Hal ini terjadi karena efek Doppler, yaitu perubahan frekuensi yg dirasakan pengamat (Andi) akibat pergerakan sumber bunyi (sirene mobil ambulans) relatif terhadap Andi.

⑤ a) Kecepatan pesawat terbang:

⑥ Rumus efek Doppler = $f = f_0 \cdot \frac{v}{(v \pm v_o)}$

→ $2000 \text{ Hz} = 1900 \text{ Hz} \cdot \frac{340 \text{ m/s}}{(340 \text{ m/s} \pm v_o)}$

→ $v_o = 190 \text{ m/s}$.

b.) ketika pesawat menjauhi menara, maka penerbang akan menerima frekuensi bunyi kine yg lebih rendah dari frekuensi aslinya.

$$f = 1700 \text{ Hz} \cdot \left(\frac{340 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} - 170 \text{ m/s}} \right)$$

$$f = 1700 \text{ Hz} \cdot \left(\frac{340}{170} \right)$$

$$f = 3400 \text{ Hz}$$

8.) a) Diketahui: $F = 2.000 \text{ Hz}$, (320 m/s)

9) $F = 2.000 \text{ Hz} \cdot \left(\frac{320 \text{ m/s}}{320 \text{ m/s} - 40 \text{ m/s}} \right)$

$$F = 2.000 \text{ Hz} \cdot \left(\frac{320}{280} \right)$$

$$F = 2.285,71 \text{ Hz} \text{ (suar menderah)}$$

$$\rightarrow F = 2.000 \text{ Hz} \cdot \left(\frac{320 \text{ m/s}}{320 \text{ m/s} + 40 \text{ m/s}} \right)$$

$$F = 2.000 \text{ Hz} \cdot \left(\frac{320}{360} \right)$$

$$F = 1.777,78 \text{ Hz} \text{ (suar menjauh)}$$

b. jika kecepatan sumber bunyi (U_0) semakin besar, maka frekuensi yg diterima pendengar saat mendekat ke sumber bunyi akan semakin tinggi, opposite sebaliknya.

9.) a) Pelayangan bunyi terjadi ketika 2 sumber bunyi dengan frekuensi sedikit berbeda mengalami interferensi konstruktif dan destruktif, menyebabkan fluktuasi antara bunyi keras dan lemah.

b) frekuensi layangan: $(540 \text{ Hz} - 540 \text{ Hz}) = 0 \text{ Hz}$.
Jadi, frekuensi layangan adalah 0 Hz .

6) $- 1.200 \text{ Hz} \cdot \left(\frac{330 \text{ m/s}}{330 \text{ m/s} - 30 \text{ m/s}} \right) = 1272,73 \text{ Hz}$

3) $- 870 \text{ Hz} \cdot \left(\frac{330 \text{ m/s}}{330 \text{ m/s} + 40 \text{ m/s}} \right) = 840 \text{ Hz}$

Besar pelayangan bunyi = $|1272,73 \text{ Hz} - 840 \text{ Hz}|$

$$= 432,73 \text{ Hz}$$

b) bila frekuensi amplitudo (1200 Hz) lebih kecil daripada frekuensi mobil pemadam kebakaran (1800 Hz) maka saat mendekati rumah, frekuensi amplitudo akan tinggi, dan mobil pemadam akan rendah.

*Lampiran 45***Dokumentasi Pengambilan Data Penelitian**

Gambar 1 Wawancara Pra Riset (25 Juli 2023)



Gambar 2 Uji Coba Instrumen Kelas XI-11 (29 April 2024)



Gambar 3 Pretest Kelas Eksperimen XI-10 (30 April 2024)



Gambar 4 *Pretest* Kelas Kontrol XI-12 (6 Mei 2024)



Gambar 5 Pembelajaran Kelas Kontrol XI-12 (8, 13, 15 Mei 2024)



Gambar 6 Pembelajaran Kelas Eksperimen XI-10 (2, 7, 14 Mei 2024)



Gambar 7 Posttest Kelas Eksperimen XI-10 (16 Mei 2024)



Gambar 8 Posttest Kelas Kontrol XI-12 (15 Mei 2024)

Lampiran 46

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama Lengkap	:	Ali Khasan Al Farishi
Tempat, Tanggal Lahir	:	Lamongan, 30 Mei 2002
Jenis Kelamin	:	Laki-laki
Agama	:	Islam
Alamat Rumah	:	Desa BapuhBandung, RT/RW: 03/01, Kecamatan Glagah, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur
Nomor HP	:	085651331788
Alamat Email	:	alikhlasanfaris01@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

2007-2008	:	TK Nurul Ulum BapuhBandung
2008-2014	:	MI Nurul Ulum BapuhBandung
2014-2017	:	Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 Lamongan
2017-2018	:	Madrasah Aliyah Negeri 1 Gresik
2020-2024	:	Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang