

**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED
LEARNING (PBL)* BERBANTUAN *MIND MAPPING*
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA
PADA MATERI GELOMBANG BUNYI**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
Dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh:

Ayuni Dinda Pertiwi
NIM 1908066003

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED
LEARNING (PBL)* BERBANTUAN *MIND MAPPING*
TERHADAP KETERAMPILAN BERFIKIR KRITIS SISWA
PADA MATERI GELOMBANG BUNYI**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
Dalam Ilmu Pendidikan Fisika

**AYUNI DINDA PERTIWI
NIM 1908066003**

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

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ayuni Dinda Pertiwi
NIM : 1908066003
Jurusan : Pendidikan Fisika

EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) BERBANTUAN *MIND MAPPING* TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

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

Semarang, 27 Juni 2023



Ayuni Dinda Pertiwi
NIM : 1908066003



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

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. (024) 76433366 E-mail:
fst@walisongo.ac.id, Web: www.fst.walisongo.ac.id

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING*
(PBL) BERBANTUAN *MIND MAPPING* TERHADAP KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Penulis : Ayuni Dinda Pertiwi
NIM : 1908066003
Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Semarang, 28 Juni 2023

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

Sekretaris Sidang,

Susilawati, M.Pd.
NIP. 19860512201903

Drs. Jasuri, M.Si
NIP. 196710141994031005

Penguji I,

Penguji II,

Alfa Ardihi Sahputra, M.Sc.
NIP. 19900410201

Ezzurrahman Rian Pratama, M.Sc.
NIP. 198906262019031012

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc.
NIP. 199703202009121002

-
-

NOTA DINAS

Semarang, 26 Juni 2023

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisong
di Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb

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

Judul :Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Berbantuan *Mind Mapping* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Gelombang Bunyi
Penulis : Ayuni Dinda Pertiwi
NIM : 190806003
Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Pemimbing I,



Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc
NIP. 19770202009121002

iii

MOTTO

“Yakinlah ada sesuatu yang menantimu setelah banyak kesabaran (yang kau jalani), yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit.”

(Ali bin Abi Thalib)

“Jalan hidup orang berbeda-beda. Timelinenya juga berbeda-beda. Defnisi “HEBAT” setiap orang juga berbeda-beda. Jadi, buat *standard* kita sendiri, buat *goals* kita sendiri. Lalu hidup menurut itu, kalau bandingin sama orang lain terus menerus ga akan ada puasnyanya. “

(Jerome Polin)

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yang tanpa lelah dengan penuh kasih sayang memanjatkan doa yang lua biasa untk anaknya srta memberikan dukungan bai moril maupunmaeril. Terimakasih atas pengorbanan dan kerja keras dalam mendidik saya.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan dan tingkat keefektifan model Problem Based Learning (PBL) Berbantuan *Mind mapping* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi. Penelitian ini dilakukan pada kelas XI MIPA di SMA Negeri 7 Semarang menggunakan pendekatan kuantitatif, dengan metode eksperimen dan desain penelitian *Pretest-posttest Control Design*. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh kelas XI MIPA SMA Negeri 7 Semarang, dengan Teknik sampel menggunakan purposive sampling dengan sampel dua kelas, yaitu kelas XI MIPA-5 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA-4 sebagai kelas kontrol. Variabel pada penelitian ini yaitu variabel bebas yaitu model pembelajaran PBL berbantuan Media *Mind mapping* serta variabel terikat yaitu keterampilan berpikir kritis. Teknik pengumpulan pengumpulan data dilakukan dengan metode tes keterampilan berpikir kritis. Instrumen yang digunakan untuk mengetahui efektivitas keterampilan berpikir kritis ini menggunakan tipe soal uraian. Data hasil *pre-test* digunakan untuk uji normalitas dan homogenitas sabagai uji tahap awal, sedangkan data posttest digunakan untuk menguji hipotesis tahap akhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PBL berbantuan *Mind mapping* efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dibuktikan dengan $t_{hitung} = 2,497 > t_{tabel} = 1,67$ maka H_a diterima dan H_o ditolak, dan tingkat keefektifannya dibuktikan dengan uji gain sebesar 0,6 dengan kriteria sedang, sehingga model PBL berbantuan *Mind mapping* efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Kata kunci : Efektivitas, PBL, *Mind mapping* , Keterampilan berpikir kritis

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Berbantuan Media *Mind mapping* Terhadap Keterampilan berpikir kritis Siswa Pada Materi Gelombang Bunyi” dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi tauladan bagi kita semua. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Pendidikan program Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag selaku Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Dr. H. Ismail, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
3. Joko Budi Poernomo, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan izin penelitian

4. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd, M.Sc selaku Pembimbing I yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Segenap dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Sugiyono, S,Pd., M.Kom selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 7 Semarang yang telah memberi izin penulis dalam pelaksanaan penelitian.
7. Suneki, M. Pd selaku waka kurikulum SMA Negeri 7 Semarang yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian
8. Durrotun Nafisah, M.Pd selaku guru mata pelajaran IPA di SMA Negeri 7 Semaran yang telah memberi waktu dan membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian.
9. Suyitno dan Siti Weriani selaku orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
10. Saudara-saudaraku Muhamad Septian Alfarizi dan Muntoma Ela Setiawati, yang telah memberikan motivasi dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

11. Sahabat-sahabatku Hana Hanafiah dan Khoirunisa' yang selalu memberikan bantuan, semangat, dan menjadi tempat berkeluh kesah penulis.
12. Teman-teman kontrakan Fajriati, Ema, Fya yang selalu membantu dan memotivasi penulis.
13. Temanku Muhammad Ilmi Andreyanto yang selalu memberikan bantuan penulis ketika mengalami kesulitan, serta memberi motivasi penulis.
14. Temanku Afisal Ainul Iksan yang selalu meluangkan waktu dan memberikan dukungan, motivasi penulis dan mendengarkan keluh kesah penulis.
15. Teman-teman Pendidikan Fisika 2019 yang memberikan bantuan, semangat, dan kenangan terindah selama perkuliahan.
16. Teman-teman PPL SMA Negeri 7 Semarang yang memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
17. Peserta didik SMA Negeri 7 Semarang kelas XI MIPA 4, XI MIPA 5, XII MIPA 2, dan XII MIPA 3 angkatan 2023
18. Teman-teman KKN Mandiri ke-69 Posko 4 Pedurungan Lor, Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
19. Semua Pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan doa, semangat, dan bantuan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa penelitian skripsi masih perlu penyempurnaan baik dari segi isi maupun metodologi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan guna perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya. Aamiin.

Semarang, 13 Juli 2023

Penulis

Ayuni Dinda Pertiwi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
MOTTO	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang.....	1
B. Identifikasi masalah	7
C. Pembatasan masalah	8
D. Rumusan masalah.....	8
E. Tujuan penelitian	9
F. Manfaat.....	9
BAB II LANDASAN TEORI.....	11
A. Kajian Teori	11
1. Problem Based Learning.....	11
2. <i>Mind mapping</i>	18

3. Keterampilan berfikir kritis.....	26
4. Gelombang Bunyi.....	33
B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan.....	69
C. Kerangka Berpikir.....	71
D. Hipotesis Penelitian atau Pertanyaan Penelitian..	74
1. Hipotesis penelitian	74
2. Hipotesis Tindakan	75
BAB III METODE PENELITIAN.....	77
A. Jenis penelitian.....	77
B. Tempat dan waktu penelitian	78
C. Populasi dan sampel	79
D. Variabel Penelitian	80
E. Metode pengumpulan data dan instrumen penelitian	81
1. Metode pengumpulan data	81
2. Instrument penelitian	82
3. Uji Coba Instrumen.....	83
4. Analisis Tahap Akhir.....	92
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	99
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....	99
B. Analisis Data.....	102
1. Analisis Uji Instrument.....	102
2. Analisis Tahap Awal.....	105
3. Analisis Tahap Akhir.....	109
C. Pembahasan	114

D. Keterbatasan Penelitian	122
BAB V PENUTUP	124
A. Simpulan	124
B. Saran.....	125
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh <i>Mind mapping</i>	20
Gambar 2.2 Gelombang Transversal.....	36
Gambar 2.3 Gelombang Longitudinal	36
Gambar 2.4 Gelombang Berjalan	37
Gambar 2.5 Gelombang Stasioner.....	38
Gambar 2.6 Pemantulan Gelombang Bunyi	41
Gambar 2.7 Pembiasan Gelombang Bunyi pada siang hari ..	42
Gambar 2.8 Pembiasan Gelombang Bunyi pada malam hari	42
Gambar 2.9 Difraksi Gelombang Bunyi	44
Gambar 2.10 Interferensi Gelombang Bunyi	45
Gambar 2.11 Interferensi Konstruktif, a) gelombang pulsa digetarkan ke arah kanan, b) gelombang kembali dan bertemu, c) membentuk gelombang yang lebih besar, d) gelombang berjalan	46
Gambar 2.12 Interferensi Destruktif, a) gelombang pulsa digetarkan secara berlawanan, b) gelombang bertemu , c) membentuk gelombang yang lebih kecil, d) gelombang berjalan (Sumber : Jewett, 2009b)	48
Gambar 2.13 Puncak gelombang berhgerak ke kanan.....	51
Gambar 2.14 Gambar diperbesar disertakan dengan tekanan dawai yang bekerja pada dawai yang dilalui puncak gelombang	51
Gambar 2.15 Bentuk gelombang senar, a) nada dasar, b) nada dasar pertama, c) nada atas kedua.....	54
Gambar 2.16 Gelombang tegak pada organa terbuka, a) nada dasar, b) nada dasar pertama, c) nada dasar kedua (Sumber : Ganijanti, 2011)	58
Gambar 2.17 Gelombang tegak pada organa tertutup, a) nada dasar, b) nada dasar pertama, c) nada dasar kedua (Sumber : Ganijanti, 2011)	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Aspek keterampilan berfikir kritis Fraco	28
Tabel 2. 2 Cepat rambat bunyi pada berbagai Medium.....	53
Tabel 3. 1 Perlakuan Pre-Test.....	77
Tabel 3. 2 Sampel Penelitian.....	80
Tabel 3. 3 Koefisien Korelasi.....	87
Tabel 3. 4 Koefisien Validitas Butir Soal	87
Tabel 3. 5 Koefisien Reabilitas	89
Tabel 3. 6 Kalsifikasi Nilai Reliabilitas Butir Soal	89
Tabel 3. 7 Klasifikasi kesukaran soal.....	90
Tabel 3. 8 Indeks daya pembeda.....	92
Tabel 3. 9 Klasifikasi skor skala likert	76
Tabel 3. 10 Koefisien Normalitas.....	93
Tabel 3. 11 Koefisien Homogen.....	94
Tabel 3. 12 Kriteria penglompokan N-Gain.....	97
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Validitas.....	102
Tabel 4.2 Hasil Uji tingkat kesukaran	104
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Daya Pembeda	104
Tabel 4.4 Hasil Uji Normalitas Pretest kelas kontrol dan kelas eksperimen.....	107
Tabel 4.5 Hasil Uji Normalitas Pretest kelas kontrol dan kelas eksperimen.....	108
Tabel 4.6 Hasil Uji Homogenitas	109
Tabel 4.7 Hasil Uji Hipotesis.....	113

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pedoman Wawancara Kepada Guru Fisika
Lampiran 2	Hasil wawancara kepada guru fisika
Lampiran 3	Validasi instrument berpikir kritis
Lampiran 4	Rencana Pembelajaran Kelas Eksperimen
Lampiran 5	Kisi-Kisi Soal Tes Uji Coba
Lampiran 6	Soal Uji Coba tes keterampilan berpikir kritis
Lampiran 7	Kunci Jawaban Dan Pembahasan Soal
Lampiran 8	Data Soal Kelas Uji Coba Soal
Lampiran 9	Hasil Lembar Jawab Soal Uji Coba
Lampiran 10	Hasil Perhitungan Validitas, Reliabilitas, Daya Pembeda, Dan Tingkat Kesukaran Butir Soal
Lampiran 11	Perhitungan Validitas Butirsoal
Lampiran 12	Perhitungan Reliabilitas Butir Soal
Lampiran 13	Perhitungan Daya Pembeda Butir Soal
Lampiran 14	Perhitungan Tingkat Kesukaran Butir Soal
Lampiran 15	Data Siswa Kelas Eksperimen
Lampiran 16	Data Siswa Kelas Kontrol
Lampiran 17	Soal Pretest Dan Posttest
Lampiran 18	Nlai <i>Pre-testt</i> Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol
Lampiran 19	Lembar Hasil Pretest Kelas Eksperimen
Lampiran 20	Lembar Hasil Pretest Kelas Kontrol
Lampiran 21	Uji Homogenitas Nilai Pretest Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol
Lampiran 22	Uji Normalitas Tahap Awal Nilai Pretest Kelas Eksperimen

Lampiran 23	Uji Normalitas Tahap Awal Nilai Pretest Kelas Kontrol
Lampiran 24	Nilai Posttest Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol
Lampiran 25	Lembar Hasil Posttest Kelas Eksperimen
Lampiran 26	Lembar Hasil Postes Kelas Kontrol
Lampiran 27	Pengujian Hipotesisi
Lampiran 28	Uji Tingkat Efektivitas Siswa Kelas Eksperimen
Lampiran 29	Uji Tingkat Efektivias Siswa Kelas Kontrol
Lampiran 30	Tabel Niali R Pproduct Moment
Lampiran 31	Tael Nilai Distribusi Chi Kuadrat
Lampiran 32	Tabel Niali Distribusi F
Lampiran 33	Tabel Uji T
Lampiran 34	Surat Penunjukkan Dosen Pembimbing
Lampiran 35	Surat Permohonan Izin Pra Penelitian Kepada SMA Negeri 7 Semarang
Lampiran 36	Surat Permohonan Validasi Instrumen
Lampiran 37	Surat Permohonan Izin Riset Kepada SMA Negeri 7 Semarang
Lampiran 38	Surat Permohonan Izin Riset Kepada Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Semarang
Lampiran 39	Surat Rekomendasi Penelitan Dari Dinas Pendidikan
Lampiran 40	Surat Telah Melaksanakan Riset Dari SMA Negeri 7 Semarang
Lampiram 41	Foto Bersama guru SMA N 7 Semarang

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Penyebab kurang berhasilnya pembelajaran adalah kesalahan guru dalam memilih model atau metode pembelajaran yang tidak sesuai dengan mata pelajaran fisika. Pelaksanaan pembelajaran yang tidak sesuai dengan mata pelajaran khususnya fisika. Model pembelajaran salah satu bentuk ilustrasi pembelajaran dari awal sampai akhir yang dirancang oleh guru (Mariyaningsih, 2018). Tujuannya untuk mencapai pembelajaran yang baik melalui metode pembelajaran. Metode pembelajaran menurut Slemeto (2003) adalah cara di dalam kelas untuk mengimplementasikan rencana pembelajaran yang telah disusun sedemikian rupa sehingga tujuan dapat tercapai sesuai dengan indikator model pembelajaran.

Islamiah (2018) menyatakan bahwa Model PBL dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kemampuan kognitif siswa, karena pada pembelajaran ini menggunakan permasalahan dunia nyata sebagai media pembelajarannya. Penelitian Arifah (2021) juga menunjukkan bahwa adanya hubungan signifikan antara

odel pembelajaran PBL dengan kemampuan berpikir kritis.

Model pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam memecahkan masalah adalah model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). Model PBL merupakan model pembelajaran yang menuntut siswa untuk aktif dalam memahami konsep belajar melalui situasi penyajian permasalahan diawal pembelajaran bertujuan untuk melatih siswa dalam memecahkan masalah (Utomo, 2014). Pemecahan masalah secara kreatif, dapat menghasilkan ide-ide baru untuk memecahkan masalah fisika (Mukarromah, 2013). Model PBL menghadirkan masalah sebagai dasar dalam pembelajaran serta menuntut siswa untuk berdiskusi dengan teman guna memecahkan suatu masalah fisika (Septiyowati & Prasetyo, 2021).

Turan (2010) juga menyatakan bahwa penerapan PBL mampu meningkatkan kemampuan memecahkan masalah. PBL juga dapat membimbing siswa untuk memecahkan masalah fisika secara kreatif, aktif dalam penyelidikan, dan fleksibilitas kebebasan untuk bertukar pendapat maupun sudut pandang dengan teman lain untuk memecahkan masalah (Pepper, 2009).

Penerapan model *PBL* di kelas, membutuhkan media pembelajaran sebagai alat yang mempermudah pelaksanaan *PBL*. Media pembelajaran dipahami sebagai segala aspek yang dapat digunakan untuk menyalurkan ilmu pengetahuan dari pengirim ke penerima guna merangsang perasaan, perhatian, pikiran dan minat siswa dalam proses pembelajaran (Magdalena *et al.*, 2021). Cara memaksimalkan model pembelajaran *PBL* adalah melalui *mind mapping*.

Nurdiana (2019) dalam penelitiannya tentang keefektifan Pembelajaran Suhu dan Kalor Menggunakan Model Inkuiri disertai *Mind mapping* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA memperoleh bahwa *Mind mapping* dapat digunakan sebagai media pendukung dalam melaksanakan model pembelajaran. Penelitian Wattimena (2019) tentang Hubungan *Mind mapping* terhadap peningkatan hasil belajar dan berpikir kritis siswa SMA diemukan hasil bahwa adanya peningkatan hasil belajar siswa di SMA sesuai dengan aspek hasil belajar, yakni kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotorik siswa.

Mind mapping merupakan media yang dapat mempermudah dalam berfikir, mengingat, dan meningkatkan pemahaman materi yang telah

diberikan, serta memberikan wawasan baru (Shoimin, 2014). *Mind mapping* menurut (Buzan, 2012) adalah cara mencatat secara kreatif dan efektif serta memetakan pikiran untuk mengkoordinir fungsi alami otak. *Mind Map* memungkinkan siswa memikirkan suatu objek sebagai entitas yang saling berhubungan (Long, D & Carlson, 2011). *Mind mapping* juga dapat dikatakan sebagai salah satu teknik mencatat yang lebih menantang, karena memungkinkan siswa dengan mudah melihat keterkaitan antara materi dan gambaran besarnya (Afianingsih *et al.*, 2017). Pemilihan media *Mind mapping* tidak lepas dari relevansinya dengan masalah keterampilan berfikir kritis. Kecakapan berfikir kritis siswa perlu dikembangkan karena dalam kehidupan nyata akan selalu dihadapkan pada berbagai permasalahan yang memerlukan pemecahan yang tepat (Septiyowati & Prasetyo, 2021).

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu pemikiran yang perlu dikembangkan di abad 21 saat belajar menganalisis dan mengevaluasi informasi (Usman, 2017). Peningkatan keterampilan berpikir kritis menggunakan *Mind mapping* telah dibuktikan pada penelitian Hubungan Berpikir Kritis Dengan

Kreativitas Siswa Melalui *Mind mapping* Pada Pembelajaran Biologi memperoleh hasil nilai koefisien korelasi sebesar 0,427 dengan katagori sedang hal ini menunjukkan meningkatnya keterampilan berpikir kritis (Usman et al., 2020).

Fisika adalah ilmu yang menjelaskan dan menganalisis struktur fenomena alam melalui eksperimen, pengukuran, dan pembuktian (A. D. Giancoli, 2001). Fisika sebagai suatu landasan untuk bisa mengikuti perkembangan teknologi, pokok bahasan yang utama adalah gelombang terutama di dalam kehidupan dunia modern (David Halliday, Robert Resnick, 2010).

Masih sedikit penelitian tentang gelombang suara. beberapa penelitian yang dilakukan pada gelombang bunyi menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi (Imiati et al., 2016). Gelombang merupakan materi fundamental yang harus dipahami oleh siswa. Konsep gelombang seperti frekuensi, panjang gelombang, amplitude, superposisi dan lain-lain digunakan untuk mempelajari berbagai bidang fisika lanjutan antara lain gelombang bunyi-cahaya, elektromagnetik mekanika kuantum, elktromagnetik, dan lain-lain (Sutopo, 2016).

Kesulitan siswa lebih banyak terletak pada pemahaman konsep yang berkaitan dengan konsep dasar materi gelombang serta konsep perambatan gelombang (Wittmann, 2002).

Wawancara yang telah dilaksanakan di SMA Negeri 7 Semarang menunjukkan fakta bahwa kurangnya keterampilan berpikir kritis siswa dikarenakan guru terfokus pada hasil belajar siswa. Penyebab kurangnya keterampilan berpikir kritis juga dikarenakan kurang tepatnya pemilihan model, metode, dan media pembelajaran. guru pada SMA Negeri 7 Semarang menggunakan model pembelajaran inquiry terbimbing dengan metode ceramah yang berpusat pada guru, sehingga mengakibatkan siswa menjadi bosan, pasif, mengantuk serta hanya berfungsi sebagai nouten dari ucapan guru saat mengajar. Hasil observasi di sekolah diperoleh hasil belajar siswa masih rendah serta siswa kurang antusias dan tertarik pada pembelajaranyang disampaikan oleh guru. (Nafisah, 10 Januari 2023).

Penelitian ini memfokuskan pada tingkat keterampilan berpikir kritis materi gelombang bunyi dibantu oleh media *Mind mapping* menggunakan model *Problem Based Learning*.

B. Identifikasi masalah

1. Siswa tidak memperoleh pembelajaran yang bermakna di dalam kelas, mengakibatkan siswa tidak konsentrasi dan akhirnya kesulitan memahami materi fisika yang disampaikan guru.
2. Kesukaran siswa menerima pembelajaran berdampak pada kurangnya keterampilan berpikir kritis siswa terutama pada pembelajaran fisika.
3. Siswa kesulitan memahami buku teks pelajaran dengan penggunaan bahasa yang rumit dan baku, sehingga siswa kesulitan untuk memahami ulang apa yang sudah dipelajari di sekolah
4. Metode pembelajaran berbasis ceramah dengan model pembelajaran inquiry kurang meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dan belum menerapkan model *Problem Based Learning* dalam proses pembelajaran
5. Diperlukan media pembelajaran seperti *Mind mapping* guna meningkatkan keterampilan berfikir kritis pada materi gelombang bunyi

C. Pembatasan masalah

Berdasarkan uraian identifikasi masalah di atas, peneliti mempersempit masalah sebagai berikut:

1. Peneliti membatasi penelitian untuk mengembangkan *Mind mapping* terhadap keterampilan berfikir kritis siswa
2. Materi yang disampaikan hanya materi yang berkaitan dengan gelombang bunyi
3. Penelitian dilakukan terhadap siswa SMA/MA kelas XI di SMA Negeri 7 Semarang

D. Rumusan masalah

Berdasarkan Batasan masalah yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana Efektivitas Model *Problem Based Learning* berbantuan *Mind mapping* pada Keteramplan Berfikir Kritis Siswa pada materi gelombang bunyi?
2. Bagaimana peningkatan keterampilan erfikir kritis menggunakan model Problem Based Learning berbantuan *Mind mapping* pada materi gelombang bunyi ?

E. Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis Efektivitas Model *Problem Based Learning* berbantuan *Mind mapping* pada kemampuan Berfikir Kritis Siswa pada materi gelombang bunyi
2. Untuk menganalisis peningkatan keterampilan berfikir kritis menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan *Mind mapping* pada materi gelombang bunyi ?

F. Manfaat

- a. Bagi peneliti, menambah pengetahuan dan pengalaman dalam pembelajaran fisika di dalam kelas serta dapat mengenal karakter masing-masing dari peserta didik.
- b. Bagi kepala sekolah, sebagai sarana media pembelajaran.
- c. Bagi guru, menambah pengetahuan tentang model pembelajaran di dalam kelas dan menyadarkan guru agar lebih kreatif dan inovatif dalam membuat bahan ajar ataupun memilih model pembelajaran.
- d. Bagi siswa, meningkatkan hasil belajar terutama dalam keterampilan berfikir kritis,

dapat memberikan nuansa belajar yang baru karena menggunakan media *Mind mapping* guna mengasah daya ingat, dan mengidentifikasi masalah.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Problem Based Learning

a. Pengertian model PBL

Model pembelajaran berbasis masalah (PBL) adalah salah satu model pembelajaran yang didasarkan pada banyaknya permasalahan yang membutuhkan penyelidikan autentik (nyata). Kecakapan siswa melalui penerapan PBL dapat dikembangkan, khususnya dalam memecahkan masalah, berpikir kritis, bekerja dalam kelompok, interpersonal dan komunikasi, serta pencarian dan pengolahan informasi (Fadlan Andi S.Si., 2014).

Model *Problem Based Learning* memiliki 5 tahapan yaitu orientasi masalah pada siswa, mengorganisasikan tingkat belajar siswa, membimbing penyidikan, mengembangkan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Kasih *et al.*, 2018).

Model PBL memberikan pendekatan yang terstruktur untuk membimbing siswa dalam mengembangkan pemahaman yang mendalam, keterampilan berpikir kritis, dan kemampuan pemecahan masalah. Ini mendorong pembelajaran yang aktif, kolaboratif, dan kontekstual, yang dapat mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan dunia nyata.

Penerapan PBL memiliki manfaat pengembangan kemampuan siswa, utamanya ada dua hal yang perlu diperhatikan. Pertama, permasalahan dilandasi konsep yang akan dipelajari. Kedua, permasalahan yang disajikan adalah permasalahan pada kehidupan dan dialami dalam kehidupan sehari-hari (J.R Savery, 1995).

b. Karakteristik PBL

Karakteristik-karakteristik ini, model PBL memberikan pengalaman pembelajaran yang aktif, kolaboratif, dan kontekstual, yang mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan dunia nyata dan memperoleh pemahaman yang mendalam.

Tujuh karakteristik model PBL menurut Scott (2014), yaitu:

- 1) Pembelajaran dimulai dengan menyajikan masalah
- 2) Penyajian masalah berdasarkan fakta
- 3) Permasalahan memiliki *multiple perspective*
- 4) Karakteristik masalah yang diselesaikan memiliki tanangan tersendiri
- 5) Guru dapat mengkoordinir proses pembelajaran
- 6) Memikirkan solusi dari setiap permasalahan dalam proses pembelajaran
- 7) Pembelajaran dilakukan secara komunikatif, kooperatif dan kolaboratif.

Dirgatama (2016) model pembelajaran PBL memiliki karakteristik yang membedakan dengan model pembelajaran yang lain, diantaranya yaitu :

- 1) Pembelajaran berpusat pada siswa (*student centered*)
- 2) Pembelajaran dilakukan pada kelompok-kelompok kecil
- 3) Guru berperan sebagai moderator dan fasilitator

- 4) Siswa menjadi focus pada masalah sehingga mampu mengembangkan keterampilan keterampilan berfikir kritis
- 5) Informasi baru diperoleh dari belajar mandiri atau *self directed learning*.

Pemaparan manfaat PBL tersebut disimpulkan bahwa model PBL memiliki tiga unsur yang esensial pada proses pembelajaran menggunakan model PBL yaitu adanya masalah, pembelajaran berpusat pada siswa (*student centered*) dan siswa belajar ada kelompok kecil.

c. Kelebihan dan kekurangan PBL

Model pembelajaran memiliki kelebihan dan kekurangan, berikut kelebihan model PBL menurut Dirgatama (2016):

- 1) Mendorong siswa mempunyai kemampuan dalam memecahkan masalah
- 2) Mendorong siswa untuk mempunyai pengetahuan melalui aktivitas belajar
- 3) Pembelajaran berfokus pada permasalahan yang ada di dunia nyata
- 4) Kegiatan ilmiah yang dilakukan secara berkelompok dapat meningkatkan kualitas diskusi kelompok

- 5) Menggunakan sumber pengetahuan yang menjadi acuan sekolah, seperti : buku tambahan yang ada di perpustakaan, internet, wawancara serta observasi pada lingkungan sekitar sekolah
- 6) Mempunyai kemampuan komunikasi ilmiah pada saat mempersentasikan hasil kegiatan yang dikerjakan oleh kelompok
- 7) Kesulitan belajar diselesaikan dengan bekerjasama dalam kerja kelompok
- 8) Memiliki kemampuan menilai kemajuan dalam proses belajar

Kekurangan PBL menurut Masrinah (2019) yaitu :

- 1) Memerlukan waktu yang lama
- 2) Tidak semua mata pelajaran dapat menggunakan model PBL
- 3) Menuntut kemampuan guru untuk dapat efektif mendorong siswa dalam kerja kelompok
- 4) Kreativitas siswa yang terbatas

d. Sintak PBL

Sintak pembelajaran berisi tahapan yang harus dilakukan oleh guru dan siswa ketika melakukan kegiatan pembelajaran. Langkah-langkah model

PBL meliputi seorang guru menyampaikan tujuan pembelajaran, menyajikan permasalahan, pembentukan kelompok kecil, mendiskusikan permasalahan secara terbuka, pemberian solusi darimasalh, dan mereview hasil pemecahn masalah dengan Langkah-langkah PBL dapat mempermudah peserta didik dalam berpikir kritis.

Arends (2008) menjelaskan bahwa terdapat beberapa sintaks pembelajaran model PBL yang dijelaskan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Sintak PBL

Tahapan	Tindakan
Tahap 1: Orientasi siswa pada masalah	Siswa mengamati dan memahami masalah yang disampaikan guru atau yang diperoleh dari bahan yang disajikan Guru menjelaskan tujuan pembelajaran memberikan konsep dasar dan petunjuk pembelajaran

Tahap 2: Mengorganisasikan siswa untuk belajar	Guru membantu siswa dalam mengidentifikasi konsep masalah dan mengorganisasikan tugas belajar Peserta didik berdiskusi membagi tugas untuk mencari data/bahan/ alat yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah
Tahap 3: Membimbing penyelidikan	Guru membimbing siswa dalam mencari informasi yang tepat, jelas dalam melakukan eksperimen Peserta didik melakukan penyelidikan (mencari referensi/sumber) untuk bahan diskusi kelompok
Tahap 4: Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu dalam merencanakan dan menyiapkan hasil karya Kelompok melakukan diskusi untuk menghasilkan solusi pemecahan

masalah dan hasilnya dipresentasikan/disajikan dalam bentuk karya.

Tahap 5: Guru membantu dalam menganalisis dan melakukan evaluasi terhadap proses yang telah dipelajari dalam memecahkan masalah. Setiap kelompok melakukan presentasi, kelompok yang lain memberikan apresiasi. Kegiatan dilanjutkan dengan merangkum/ membuat kesimpulan sesuai dengan masukan yang diperoleh dari kelompok lain.

2. *Mind mapping*

Mind mapping adalah cara yang kreatif, efektif untuk merekam dan mampu memetakan pikiran (Buzan, 2012). *Mind mapping* digunakan untuk menyampaikan konsep dan untuk lebih memahami konsep fisika, sehingga siswa dapat lebih mudah mengingat kembali materi pelajaran. *Mind mapping*

berasal dari bahasa Inggris, *mind* artinya otak, dan *mapping* artinya memetakan (Mar'atus, 2015).

Darnella (2020) menyatakan bahwa *Mind mapping* dapat menarik kembali informasi yang pernah diperoleh sebelumnya. Informasi yang diterima dapat disimpan untuk beberapa waktu yang terbatas, untuk waktu tertentu dan untuk jangka waktu yang terbatas. *Mind mapping* dengan cepat dapat mengembangkan cara menghubungkan konsep, sehingga dapat meningkatkan keberanian dan mengembangkan kreativitas (Mar'atus, 2015).

Mind mapping adalah ilustrasi yang digunakan untuk mempresentasikan kata dan ide yang dihubungkan dan disusun dengan kata kunci utama (Hermansyah Amir, 2012). Kasih (2018) berpendapat bahwa membuat media pembelajaran dalam bentuk visual dan grafik sehingga dapat membantu merekam, mengkonsolidasikan dan mengingat kembali informasi yang dipelajari.

Media *Mind mapping* memudahkan dalam mengingat banyak informasi, meningkatkan kemampuan dan mengembangkan potensi kerja otak, sehingga perhatian terpusat pada subjek serta mampu mengembangkan cara pengaturan pikiran secara

terperinci (Lapasere *et al.*, 2017). *Mind mapping* dapat dikerjakan oleh satu orang dengan visual bentuk catatan penuh warna (Nurdin, 2016).

Mind mapping mendorong siswa untuk membayangkan suatu objek sebagai suatu entitas yang yang utuh. Borich (2006) menyatakan bahwa pemahaman konsep siswa dan kemampuannya dalam mengorganisasikan diri dapat dilihat dari *Mind Map* yang dibuat di akhir pembelajaran. Tahapan *Mind mapping* dilakukan dengan menggunakan cara dan bahan yang sederhana.



Gambar 2.1 Contoh *Mind mapping*

Tahapan dalam membuat *Mind mapping* menurut Buzan (2012) yaitu :

- a. Mulai di bagian tengah
Mulai dari tengah kertas putih yang sisanya panjang dan disusun secara mendatar atau menurun.
- b. Gunakan gambar sebagai gagasan utama
Tambahkan gambar dengan menggunakan imajinasi sederhana untuk mengingat materi.
- c. Gunakan warna
Pemilihan warna membuat *Mind mapping* lebih nyata dan hidup, sehingga warna sama menariknya dengan gambar.
- d. Hubungkan cabang utama ke gambar pusat
Hubungkan cabang utama ke pusat kemudian hubungkan cabang tingkat kedua dan tiga ke tingkat pertama atau kedua dan seterusnya.
- e. Buat garis penghubung
Buat garis penghubung lebih menarik, misalnya menggunakan garis melengkung dan organis seperti cabang untuk membuat pohon yang akan membuat penampilan *Mind mapping* lebih menarik.
- f. Gunakan satu kata kunci untuk setiap baris

Kata kunci tunggal memberi lebih banyak Kekuatan dan fleksibilitas pada *mind mapping* .

Mind mapping memiliki kelebihan, yaitu :

- a. *Mind mapping* dapat digunakan untuk banyak tujuan dengan tingkat efektivitas, efisiensi, dan daya tarik yang tinggi
- b. *Mind mapping* dapat membuat konsep yang abstrak menjadi konkrit
- c. Proses pembuatannya tidak memakan waktu lama dan tidak menghabiskan banyak biaya
- d. *Mind mapping* dapat menjadi daya tarik tersendiri dan memenuhi kebutuhan estetika penyusunnya
- e. Mampu mengoptimalkan kerja pikir siswa

(Nurdin, 2016)

Rubik penilaian *mind mapping* menurut tony buzan pada tabel berikut :

KRITERIA	SKOR				
	5	4	3	2	1
Kata Kunci	Ide dalam bentuk kata kunci yang sangat efektif	Ide dalam bentuk kata kunci dan kalimat efektif	Ide dalam bentuk kata kunci dan kalimat cukup efektif	Penggunaan kata kunci terbatas (semua ide ditulis dalam bentuk kalimat)	Tidak ada atau sangat terbatas dalam pemilihan kata kunci (beberapa ide ditulis dalam
					bentuk paragraf)
Tingkat cabang	Menggunakan cabang tingkat 5	Menggunakan cabang tingkat 4	Menggunakan cabang tingkat 3	Menggunakan cabang tingkat 2	Hanya cabang tingkat 1

Desain warna	Menggunakan warna untuk menunjukkan hubungan semua topik sangat baik	Menggunakan warna untuk menunjukkan beberapa hubungan antar topik baik	Menggunakan beberapa warna tapi tidak menunjukkan hubungan yang cukup baik	Menggunakan sedikit warna dan tidak menunjukkan hubungan antar topik kurang baik	Hanya menggunakan satu warna untuk menunjukkan hubungan antar topik
Simbol gambar dan garis lengkung	Menggunakan gambar/symbol pada ide sentral, cabang utama dan cabang lainnya yang dihubungkan dengan garis lengkung	Menggunakan gambar/symbol pada ide sentral dan cabang utama yang dihubungkan dengan garis lengkung	Menggunakan gambar/symbol hanya pada ide sentral atau cabang utama yang dihubungkan dengan garis lengkung	Tidak menggunakan gambar/symbol tapi menggunakan garis lengkung	Menggunakan garis lurus sebagai penghubung cabang

Kelengkapan materi	Peta pikiran menunjukkan materi yang sangat kompleks	Peta pikiran menunjukkan materi yang kompleks	Peta pikiran menunjukkan materi yang cukup kompleks	Peta pikiran menunjukkan materi yang kurang kompleks	Peta pikiran menunjukkan materi yang tidak kompleks
--------------------	------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------	------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

3. Keterampilan berfikir kritis

a. Keterampilan berfikir kritis

Berpikir kritis penting dalam berbagai konteks, termasuk pembelajaran, mengambil keputusan, memecahkan masalah, dan penilaian informasi. Berpikir kritis ditekankan untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan analitis, logis, dan evaluatif yang kuat. Berpikir kritis tidak sekedar memiliki pengetahuan luas, tetapi juga melibatkan kemampuan menghubungkan, menganalisis, dan mengevaluasi informasi atau pembelajaran yang masuk.

Berpikir kritis adalah proses sistematis yang memungkinkan siswa untuk mengartikulasikan dan mengevaluasi keyakinan mereka sendiri (Islamiah *et al.*, 2018). Proses berfikir dengan cermat dapat mendalami pemahaman yang lengkap dengan berfikir secara berurutan dan objektif (Alwasilah, 2008).

Berpikir kritis merupakan proses berfikir yang menelaah, mengintegrasikan, dan mengevaluasi semua aspek dari suatu situasi masalah termasuk mengumpulkan, mengorganisasi, menghafal, dan menganalisis informasi (Islamiah *et al.*, 2018).

Berfikir kritis melibatkan kemampuan membaca untuk memahami dan mengidentifikasi materi yang relevan termasuk menghubungkan ide, menghasilkan ide baru, dan menentukan keefektifannya (Helmawati, 2019). Penerapan metode pembelajaran seperti itu sangat diperlukan dalam pelajaran IPA khususnya mata pelajaran fisika.

b. Indikator berpikir kritis

Berfikir kritis menurut Ennis (2011) adalah cara berpikir logis dan reflektif yang berfokus pada pengambilan keputusan. Indikator-indikator tersebut dikelompokkan dalam kategori berpikir kritis dan mencakup memberikan penjelasan sederhana, mengembangkan keterampilan dasar, menarik kesimpulan, menentukan strategi dan taktik (Rezki & Ramadhani, 2022). Ennis (1996) menyatakan bahwa ada enam unsur dasar berpikir kritis atau disingkat dengan FRISCO. Aspek keterampilan berpikir kritis siswa di interpresentasikan pada tabel 2.2

Tabel 2. 2 *Aspek keterampilan berfikir kritis Fraco*

Aspek		
No	keterampilan berfikir	Indikator
1	Fokus	Dapat membuat sebuah keputusan dan Dapat memperjelas pertanyaan atau pernyataan
2	Reaksi	Dapat mengetahui alasan yang mengkonfirmasi atau bertentangan dengan situasi dan fakta
3	Interfrence	Dapat membuat kesimpulan
4	Situation	Dapat memahami
5	Clarity	Dapat menjelaskan istilah-istilah yang digunakan
6	Overview	Dapat me-review jawaban yang telah diberikan

(Ennis, 1996)

Berfikir kritis menurut Ennis (2011) adalah cara berfikir logis dan reflektif yang berfokus pada pengambilan keputusan. Indikator-indikator tersebut dikelompokkan dalam kategori berpikir

kritis dan mencakup memberikan penjelasan sederhana, mengembangkan keterampilan dasar, menarik kesimpulan, menentukan strategi dan taktik (Rezki & Ramadhani, 2022).

c. Ciri-ciri keterampilan berpikir kritis

Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan siswa secara aktif menganalisis, mengevaluasi, dan menginterpretasikan informasi dengan cara yang rasional dan objektif. Pengembangan berpikir kritis melibatkan latihan dan praktek yang konsisten melalui pembelajaran yang aktif, seperti berpartisipasi dalam diskusi yang mendorong pemikiran kritis, mengerjakan tugas, dan mempelajari materi yang menantang atau yang ada di lingkungan sekitar.

Berpikir kritis digunakan untuk siswa mempertimbangkan perspektif diri sendiri. Keterampilan berpikir kritis memiliki ciri-ciri tertentu yang dapat dimengerti oleh setiap orang. Ennis (1985) menyebutkan ada 12 indikator berpikir kritis, yang dibagi menjadi 5 besar, yaitu :

- 1) Menyampaikan klasifikasi dasar (*Elementary calibration*) yang meliputi :

- a. Memusatkan pertanyaan
 - b. Mengkaji pendapat
 - c. Mengajukan pertanyaan dan memberika jawaban
- 2) Keterampilan dasar dalam memutuskan persoalan (*The Basis for the decision*) yang meliputi :
 - a. Menentukan kredibilitas suatu sumber yang benar
 - b. Melakkan observasi serta mengevaluasi berdasarkan observasi
- 3) Menyimpulkan (*Inference*) meliputi, yaitu :
 - a. Membuat dedukasi
 - b. Menghitung hasil induksi
 - c. Membuat daftar penilaian nilai
- 4) Memberikan penjelasan tambahan (*Advanced Clarification*) meliputi, yaiu :
 - a. Pendefisian istilah nilai implikasi dari makna
 - b. Mengidentifikasi hipotesis
- 5) Pengembangan strategi dan taktik khusus (*Strategies Dan Tactics*) melputi, yaitu :
 - a. Penentuan tindakan
 - b. Interaksi dengan orang lain

d. Tingkatan berfikir kritis

Berpikir kritis diperlukan setiap individu untuk menghadapi masalah kehidupan nyata. Tingkatan berfikir kritis menurut Paul R, (2008) ada 6 tingkatan berfikir kritis, yaitu :

1) Berpikir yang tidak direfleksikan (*unreflective thinking*)

Seseorang tidak menyadari peran pemikirannya dalam hidupnya, tidak menyadari perkembangan pemikirannya sehingga menyebabkan ketidakmampuan dalam mengevaluasi aktivitas teoritis.

2) Berpikir yang menantang (*challenged thinking*)

Seorang menyadari pemikirannya, menyadari pemikirannya berkualitas yang membutuhkan pemikiran reflektif sehingga tingkatan berpikir ini dikategorikan terbatas.

3) Berpikir permulaan (*beginning thinking*)

Seseorang berpikir untuk merancang suatu rancangan yang runtut namun belum mampu memodifikasi keterampilan berpikir.

4) Berpikir Latihan (*practicing thinking*)

Seseorang sudah bisa mengetahui cara berpikir aktif dan mendalam.

5) Berpikir lanjut (*advanced thinking*)

Seseorang sudah bisa menganalisis pemikirannya secara aktif dan mendalam. Tetapi seseorang belum mampu berpikir tingkat tinggi secara konsisten.

6) Berpikir yang unggul (*accomplished thinking*)

Seseorang sudah dapat berpikir secara mendalam dan magis, sehingga seseorang dapat menilai bahwa pemikirannya itu jelas, teliti, relevan, dan logis.

4. Gelombang Bunyi

a. Pengertian Gelombang Bunyi

Materi gelombang bunyi menurut Ermawati (2015) adalah materi dengan banyak cabang materi dan terlalu banyak persamaan. Raihanati (2019) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa materi gelombang bunyi merupakan materi yang sulit dimengerti dan siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi. Gelombang bunyi adalah bagian dari gelombang longitudinal yang paling global dalam kehidupan, karena kelajuan dipengaruhi oleh berbagai jenis medium (Jewett, 2009).

Konsep gelombang merupakan konsep yang abstrak. Semua gelombang membawa energi, namun jumlah energi yang dipindahkan melalui suatu medium perpindahan energy tersebut berbeda, tergantung masing-masing kasus (Jewett, 2009). Suara atau bunyi dapat terdengar disebabkan oleh bergetarnya selaput telinga karena dikenai gelombang longitudinal diudara, yang berasal dari sumber bunyi (Peter, 2004).

Gelombang bunyi terjadi kerana adanya getaran yang merambat melalui medium karena

adanya energi. Gelombang bunyi merambat melalui medium udara, selain itu medium yang dapat membantu gelombang bunyi merambat yaitu, medium padat, cair, dan gas. Allah swt telah berfirman dalam Al-Qur'an Surat Ar-Rum ayat 46 yaitu :

وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْ يُرْسِلَ الرِّيحَ مُبَشِّرَاتٍ وَلِيَذِيقَكُمْ مِنْ رَحْمَتِهِ
وَلِتَجْرِيَ الْفُلُكُ بِأَمْرِهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Artinya: "Dan di antara tanda-tanda kekuasaannya adalah bahwa Dia mengiriskan angin sebagai pembawa berita gembira dan untuk merasakan kepadamu sebagian dari rahmat-Nya dan supaya kapal dapat berlayar dengan perintah-Nya dan (juga) supaya kamu dapat mencari karunia-Nya, mudah-mudahan kamu bersyukur". (QS. Ar-Ruum: 46)

Ayat (QS. Ar-Rum:46) mentafsirkan bahwa secara umum "angin" disini sebagai angin yang bertiup membawa awan untuk menurunkan air hujan dan angin yang meniup kapal layar agar dapat berlayar di lautan. Kita merasakan kedekatan makna "angin" dalam ayat ini adalah gelombang, bukan saja gelombang bunyi yang membawa berita tetapi juga gelombang radio atau

gelombang electromagnet yang mampu dipancarkan kesegala penjuru dunia bahkan seluruh jagad raya ini (Muyassar, 2023)

Gelombang berdasarkan perambatan mediumnya dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Gelombang mekanik

Gelombang mekanik adalah gelombang yang memerlukan medium untuk merambat, misal gelombang pada tali atau gelombang bunyi di udara, energi dan momentum ditransmisikan oleh gangguan di lingkungan (Tipler, 1998). Gelombang ini mematuhi hukum Newton, dan hanya ada pada sumber daya material seperti, air, udara, dan batu (David Halliday, Robert Resnick, 2010).

2. Gelombang elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat (Jewett, 2009). Gelombang elektromagnetik memiliki dua osilasi yang saling tegak lurus, yaitu medan magnet dan medan listrik.

Gelombang dibagi menjadi dua bagian menurut arah rambat dan getarnya, yaitu:

1. Gelombang transversal

Gelombang transversal memiliki arah getaran yang tegak lurus dengan arah rambat (Tipler,1998).

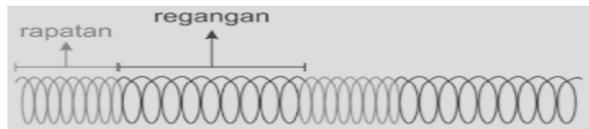


Gambar 2.2 Gelombang Transversal

Gelombang bergerak ke kanan pada seutas tali yang tegang. Ketika gelombang mencapai batas pembatas benda tegar maka gelombang akan memantul dan berbalik. Gelombang transversal terdapat lembah dan bukit.

2. Gelombang longitudinal

Gelombang longitudinal memiliki arah getar yang sejajar dengan arah rambatnya. (Tipler, 1998).

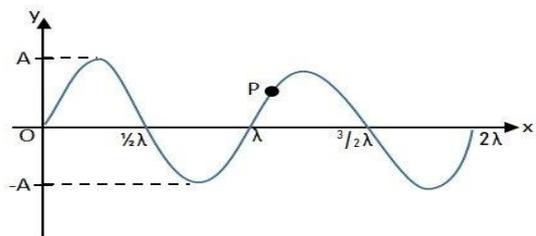


Gambar 2.3 Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal pada pegas termasuk perturbasi atau gangguan yang tegak lurus arah gerak gelombang. Pemanjangan dan pemadatan gelombang longitudinal disebut dengan regangan dan rapatan.

Gelombang dibagi menjadi dua bagian berdasarkan amplitudonya, yaitu:

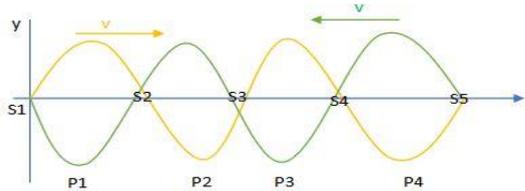
1. Gelombang berjalan. Gelombang yang amplitudonya selalu sama.



Gambar 2.4 Gelombang Berjalan

Pada gambar 2.4 terlihat ada 2 gelombang, satu gelombang sama dengan satu lembah dan satu bukit. Gambar pulsa menjalar pada ujung bebas, sehingga getaran pantul yang terjadi memiliki amplitude yang sama besarnya sama.

2. Gelombang stasioner. Gelombang yang amplitudonya selalu berubah.



Gambar 2.5 Gelombang Stasioner

Gambar 2.4 terlihat bahwa gelombang dengan warna hijau menjalar ke arah kiri, gelombang pantul berwarna kuning menjalar ke arah kanan, sehingga menghasilkan superposisi dari kedua gelombang tersebut. Simulasi superposisi terlihat tidak mengalami penjarangan/perambatan sehingga gelombang seperti diam, keadaan ini disebut gelombang stasioner (gelombang berjalan) (Jewett, 2009b).

Gelombang longitudinal merupakan gelombang yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Tipler mendefinisikan gelombang bunyi sebagai gelombang longitudinal yang dihasilkan dari perengangan dan rapatan dengan medium gas, cair atau padat.

b. Klasifikasi Bunyi

Klasifikasi bunyi adalah proses mengelompokan bunyi berdasarkan beerapa kriteria tertentu. Gelombang bunyi memiliki frekuensi, gelombnag bunyi dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan frekuensinya, yaitu :

1. Infrasonik adalah gelombang bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz (<20 Hz). Contoh: jangkrik, gempa bumi, gunung berapi, dan kilat. Meskipun manusia tidak dapat mendengar langsung bunyi infrasonik, mereka masih dapat berdampak pada tubuh manusia. Misalnya, bunyi infrasonik dengan amplitudo yang cukup besar dapat menghasilkan getaran yang dapat dirasakan atau mempengaruhi keseimbangan tubuh
2. Audiosonik merupakan gelombang bunyi dengan frekuensi dari 20 Hz sampai 20.000 Hz (20 Hz - 20.000 Hz) satu-satunya gelombang yang dapat kita dengar dengan baik.
3. Ultrasonic merupakan gelombang bunyi dengan frekuensi lebih dari 20.000 Hz

(>20.000Hz). contoh: lumba-lumba, kelelawar. Diagnostik medis: Ultrasonografi atau pemindaian ultrasonik digunakan dalam bidang medis untuk membuat gambar internal organ dan jaringan tubuh. Teknik ini sering digunakan untuk pemantauan kehamilan, deteksi masalah kesehatan, dan panduan dalam prosedur medis.

(Tipler, 1998)

c. Syarat terjadinya bunyi

Gelombang Bunyi dapat kita dengar dari 3 hal, yaitu :

1. Ada sumber bunyi, sumber bunyi dihasilkan dari suara yang bergetar
2. Ada penerima suara, penerima suara sebenarnya adalah telinga bersangkutan adalah telinga kita. Telinga manusia dapat mendengar gelombang suara antara 20 Hz – 20.000 Hz, ketika lebih maka gendang telinga terasa sakit
3. Ada medium perantara. Bunyi tidak dapat merambat tanpa medium perantara berupa udara, padat, cair atau gas

d. Sifat Gelombang Bunyi

Bunyi sebagai gelombang memiliki sifat yang sama dengan gelombang. Sifat-sifat bunyi ada Giancoli (2001) yaitu:

1. Pemantulan (Refleksi)

Bunyi dapat dipantulkan hal ini terlihat apabila sumber bunyi mengenai permukaan benda yang keras seperti dinding, batu, semen atau kaca. Di ruang tertutup, hal ini dapat menyebabkan gema/kerdam ketika suara yang dipantulkan dan suara aslinya bertabrakan.



Gambar 2.6 Pemantulan Gelombang Bunyi

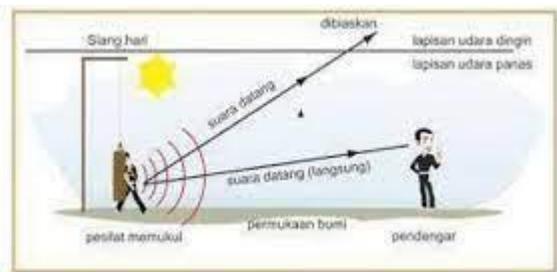
Pada gambar 2.6 gelombang bunyi mengenai bidang pantul kemudian gelombang bunyi dipantulkan oleh bidang pantul tersebut dengan membentuk sudut pantul yang sama.

2. Pembiasan (Refraksi)

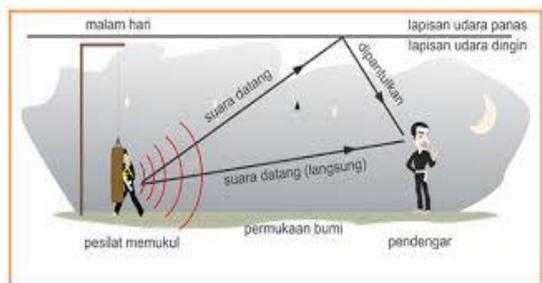
Pembiasan adalah pembelokan atau pembekokan arah lintasan gelombang setelah melewati batas antara media yang berbeda. Gelombang bunyi merambat dan memasuki

medium yang berbeda dengan sudut yang berbeda, gelombang bunyi tersebut akan dibelokkan. Contoh : petir menyambar lebih keras pada malam hari dibandingkan pada siang hari.

Pembiasan gelombang bunyi dapat dilihat pada gambar 2.7 dan 2.8



Gambar 2.7 Pembiasan Gelombang Bunyi pada siang hari (sumber: belajar pintar)



Gambar 2.8 Pembiasan Gelombang Bunyi pada malam hari (sumber: belajar pintar)

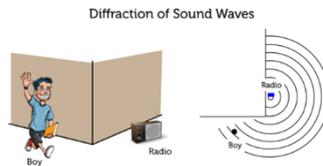
Pembiasan yang terdiri dari pembiasan pada siang hari dan pembiasan pada malam hari. Gelombang memiliki sifat dapat dibiaskan. Peristiwa pembiasan ini berlaku pada gelombang bunyi, jika gelombang bunyi merambat dari satu medium ke medium lain yang memiliki indeks bias berbeda maka gelombang bunyi mengalami pembiasan. Jika seorang pesilat melakukan latihan dan mengeluarkan teriakan pada siang hari, kemudian pelatih yang berada tidak jauh tidak dapat mendengarkan teriakan tersebut dengan jelas. Hal ini disebabkan sebagian suara yang diteriakan akan dibiaskan ke angkasa oleh lapisan udara dingin yang ada di atas lapisan udara panas seperti gambar 2.7.

Jika melakukan teriakan pada malam hari, akan terdengar lebih jelas, dikarenakan malam hari udara yang dekat dengan permukaan bumi lebih dingin dibandingkan dengan udara pada lapisan atas sehingga suara teriakan akan mengalami pemantulan sempurna yaitu suara yang dipantulkan kembali ke permukaan bumi oleh lapisan

udara bagian atas yang lebih panas. Jadi, suara teriakkan akan terdegar lebih jelas seperti gambar 2.8.

3. Pelenturan (Difraksi)

Difraksi adalah peristiwa pelenturan gelombang bunyi pada saat melewati celah sempit. Difraksi suara mudah dialami karena memiliki panjang gelombang yang panjang. Contoh: kita dapat mendengar suara orang di ruangan berbeda yang tertutup pintu karena bunyi dapat melewati celah-celah sempit. (Tipler, 1998).

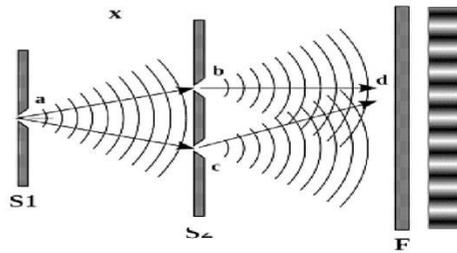


Gambar 2.9 Difraksi Gelombang Bunyi
(sumber: informazone)

Pada gambar 2.8 terlihat bagaimana gelombang bunyi melewati celah sempit sehingga suara dapat di dengar oleh pendengar.

4. Kombinasi (Interferensi)

Interferensi adalah datangnya dua sumber bunyi yang koheren pada telinga Contoh : dua pengeras suara yang terhubung ke generator sinyal (generator frekuensi) dapat bertindak sebagai dua sumber yang koheren. Interferensi gelombang bunyi dapat dilihat pada gambar Pada **Gambar 2.10**



Gambar 2.10 Interferensi Gelombang Bunyi
(sumber : kompasnia)

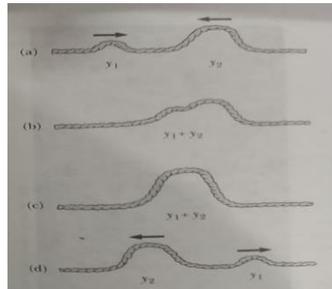
Interferensi merupakan gabungan gelombang yang terpisah dalam ruang yang sama untuk menghasilkan sebuah resultan gelombang.

Interferensi terbagi menjadi 2, yaitu :

a) Interferensi konstruktif (saling menguatkan)

Perpindahan elemen-elemen dari medium yang berada di arah y adalah positif untuk kedua pulsa, dan pulsa yang terbentuk (ketika masing-masing pulsa saling

tumpang tindih) menunjukkan suatu amplitude yang lebih besar daripada amplitude masing-masing pulsa, karena perpindahan diakibatkan oleh kedua pulsa berada dalam arah yang sama.



Gambar 2.11 Interferensi Konstruktif, a) gelombang pulsa digetarkan ke arah kanan, b) gelombang kembali dan bertemu, c) membentuk gelombang yang lebih besar, d) gelombang berjalan (Sumber : Jewett, 2009b)

(Tipler, 1998)

Contoh umum interferensi konstruktif adalah interferensi yang terjadi pada dua sumber suara yang koheren, misalnya dua speaker yang menghasilkan gelombang bunyi yang serupa. Ketika dua speaker tersebut diposisikan sedemikian rupa sehingga gelombang-gelombang bunyi yang dihasilkan saling bertemu, terjadilah interferensi konstruktif, sehingga amplitudo

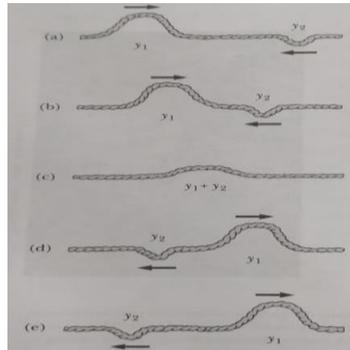
suara meningkat pada daerah interferensi tersebut.

Interferensi konstruktif juga dapat terjadi dalam konteks gelombang elektromagnetik, seperti interferensi cahaya. Dalam interferensi cahaya, interferensi konstruktif menghasilkan pola cahaya terang pada daerah di mana puncak-puncak gelombang cahaya bertemu, seperti pada pola interferensi yang terlihat pada percikan cahaya di permukaan air atau pada pola cahaya yang dihasilkan oleh celah sempit ganda. Interferensi konstruktif adalah fenomena penting dalam fisika dan memiliki berbagai aplikasi dalam berbagai bidang, termasuk akustik, optik, dan teknologi.

b) Interferensi desktruktif (saling melemahkan)

Kedua gelombang yang merambat dalam arah yang berbeda pada seutas tali yang tegang. Kasus ini terlihat gelombang-gelombang mulai tumpang tindih, sehingga gelombang yang terbentuk dinyatakan oleh

$y_1 + y_2$ namun fungsi dari y_2 adalah negative. Kedua gelombang saling melintasi satu sama lain, tetapi perpindahanyang diakibatkan oleh kedua pulsa berada dalam arah yang berlawanan.



Gambar 2.12 Interferensi Destruktif, a) gelombang pulsa digetarkan secara berlawanan, b) gelombang bertemu, c) membentuk gelombang yang lebih kecil, d) gelombang berjalan (Sumber : Jewett, 2009b)

Contoh umum interferensi destruktif adalah interferensi yang terjadi pada dua sumber suara yang koheren saat gelombang-gelombang tersebut saling bertemu. Ketika dua speaker tersebut diposisikan sedemikian rupa sehingga gelombang-gelombang bunyi yang dihasilkan bertemu, terjadilah interferensi

destruktif, sehingga amplitudo suara berkurang atau bahkan menghilang pada daerah interferensi tersebut.

e. Cepat Rambat Bunyi

Kecepatan gelombang bunyi mengacu pada kecepatan dimana gangguan gelombang suara ditransmisikan dari satu partikel ke partikel lain, yang didefinisikan secara matematis sebagai berikut :

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

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \quad (2.2)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (2.3)$$

Keterangan :

v = cepat rambat bunyi (m/s)

s = jarak yang ditempuh bunyi (m)

t = waktu (s)

T = periode (s)

f = frekuensi (Hz)

Cepat rambat bunyi adalah perbandingan antara jarak yang ditempuh dengan waktu yang diperlukan gelombang bunyi untuk merambat. Kecepatan atau kelajuan gelombang bunyi di dalam medium perantara tergantung pada

kompresibilitas dan kerapatan media. Jika mediumnya adalah cairan atau gas, kelajuannya adalah v .

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

Keterangan :

$v =$ laju bunyi (m/s)

$B =$ Sifat elastik

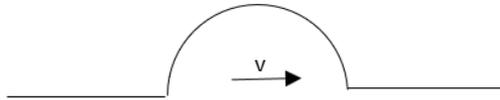
$\rho =$ Sifat Inersial

(Jewett, 2009b)

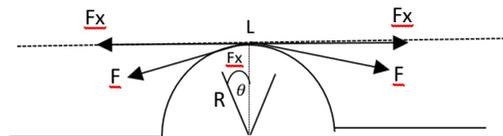
Cepat rambat bunyi berbeda tergantung pada materialnya. Gelombang mekanik pada kenyataannya memiliki bentuk umum terlihat pada persamaan.

$$v = \sqrt{\frac{\text{sifat elastis medium}}{\text{massa persatuan panjang}}} \quad (2.5)$$

Kelajuan gelombang tali akan berkurang dengan bertambahnya massa per satuan panjang tali, hal ini dapat terjadi kerana lebih sulit untuk mempercepat benda yang lebih berat pada tali daripada yang lebih ringan.



Gambar 2.13 Puncak gelombang berhgerak ke kanan



Gambar 2.14 Gambar diperbesar disertakan dengan tegangan dawai yang bekerja pada dawai yang dilalui puncak gelombang

Gaya tegangan dawai (F) diuraikan pada arah horizontal (F_x) dan arah vertical (F_y). Kedua gaya F_x mempunyai besar yang sama dan arah berlawanan sehingga saling menghilangkan. Sebaliknya terdapat dua gaya F_y menuju pusat lingkaran.

Besar masing-masing gaya pada arah vertikal (F_y) :

$$F_y = F \sin \frac{1}{2} \theta \quad (2.6)$$

Jika θ kecil maka $\sin \frac{1}{2} \theta \approx \frac{1}{2} \theta$

$$F_y = F \frac{1}{2} \theta \quad (2.7)$$

Resultan gaya menuju pusat lingkaran

$$\Sigma F = 2 F_y = 2 F \frac{1}{2} \theta \quad (2.8)$$

$$\Sigma F = F \theta \quad (2.9)$$

$$\theta = \frac{L}{R} \quad (2.10)$$

$$\Sigma F = F \frac{L}{R} \quad (2.11)$$

Rapat massa dawai

$$\mu = \frac{m}{L} \quad (2.12)$$

$$m = \mu L \quad (2.13)$$

Rumus hukum II Newton gerak melingkar beraturan

$$\Sigma F = m a_s \quad (2.14)$$

$$\Sigma F = m \frac{v^2}{R} \quad (2.15)$$

Substitusikan m persamaan ke persamaan, sehingga diperoleh

$$F \frac{L}{R} = \mu L \frac{v^2}{R} \quad (2.16)$$

$$F = m v^2 \quad (2.17)$$

$$v^2 = \frac{F}{\mu} \quad (2.18)$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.19)$$

Keterangan :

$\Delta s = R (2\theta)$ jarak

$T = \text{Tegangan tali } (N)$

$\theta = \text{Radial (rad)}$

Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa kelajuan gelombang sebanding dengan tegangan dawai dan berbanding terbalik dengan massa per satuan panjang dawai.

(Jewett, 2009b)

Cepat rambat bunyi lebih besar pada zat padat daripada zat cair, dan cepat rambat pada zat cair lebih besar daripada dalam zat gas.

$$\text{padat} > \text{cair} > \text{gas}$$

Cepat rambat pada beberapa medium ditunjukkan pada **tabel 2.2**

Tabel 2. 1 Cepat rambat bunyi pada berbagai Medium

No	Medium	Cepat rambat bunyi (m/s)
1	Udara (0°)	331
2	Udara	343
3	Helium	1005

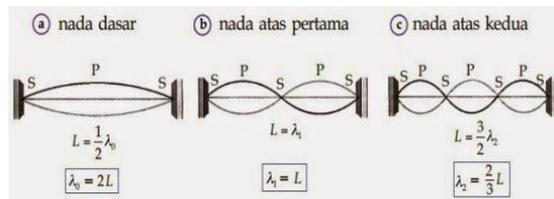
4	Air	1440
5	Air laut	1560
6	Kaca	4500
7	Kayu keras	4000
8	Besi dan baja	5000

f. Sumber Bunyi

Sumber bunyi ialah getaran yang menggetarkan medium sekelilingnya. (Peter, 2004).

1. Dawai (Senar)

Instrumen getar pada gitar atau biola disebut dengan dawai. Getaran ini menimbulkan suara dengan nada tertentu, yang bergantung pada jumlah gelombang yang dihasilkan pada senar tersebut. Gelombang bunyi pada dawai dapat dilihat pada gambar 2.15



Gambar 2.15 Bentuk gelombang senar, a) nada dasar, b) nada dasar pertama, c) nada atas kedua

Keterangan :

F = Tegangan dawai (N)

μ = massa persatuan Panjang (kg/m)

l = Panjang dawai (m)

f_0 = frekuensi nada dasar (Hz)

a. Nada dasar f_0 (harmonic pertama)

Nada dasar pertama terdiri dari S-P-S dimana terbentuk $\frac{1}{2}$ gelombang sehingga, dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l} \text{ atau } f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (2.21)$$

b. Nada dasar f_1 (harmonic kedua)

Nada dasar pertama terdiri dari S-P-S-P-S terjadinya satu buah gelombang.

$$l = \lambda_1 \quad (2.22)$$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{l} \text{ atau } f_1 = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.23)$$

c. Nada dasar f_2 (harmonic ketiga)

Nada dasar pertama terdiri dari S-P-S-P-S-P-S terjadinya satu setengah buah gelombang.

$$l = \frac{3}{2}\lambda_2 \text{ atau } \lambda_2 = \frac{3}{2}l \quad (2.24)$$

$$f_2 = \frac{3v}{2l} \text{ atau } f_2 = \frac{3}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.25)$$

d. Frekuensi nada atas ke-n

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

Frekuensi - frekuensi nada tambahan juga muncul serentak, tetapi dengan amplitude yang lebih kecil dan berbeda-beda. Hasil campuran dengan nada-nada tambahan itulah yang menentukan timbre, yakni warna bunyi yang membedakan sumber bunyi meskipun nada dasarnya sama (Peter, 2004).

Perbandingan frekuensi diatas dapat dituliskan sebagai berikut :

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3 \quad (2.27)$$

2. Pipa Organa

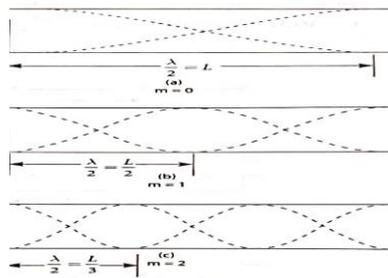
Pipa organa adalah salah satu alat musik yang menggunakan kolom udara sebagai sumber bunyi. Pipa organa merupakan instrument tiup denga pipa yan digunakan

untuk menghasilkan sura. Pipa organa adalah sebuah elemen yang menciptakan suara.

Pipa organa terdiri dari serangkaian pipa ang dipasang secara vertical di dalam sebuah kasus, di mana setiap pipa memiliki sebuah katup yang mengatur aliran udara yang melewati pipas tersebut. Pipa tersebut beresonansi (berbunyi) pada ketinggian tertentu saat uadara dihembuskan mengalir pada tekanan tertentu. Pipa organa dibagi menjadi dua yaitu:

a. Pipa organa terbuka

Pipa organa terbuka adalah sebuah kolom udara yang terbuka di kedua ujungnya. Saat pipa ini ditiup, udara di dalam pipa organa membentuk gelombang stasioner. Ciri dari pipa ini adalah kedua ujungnya terhubung langsung dengan udara luar sehingga menghasilkan pola gelombang sebagai berikut:



Gambar 2.16 Gelombang tegak pada organa terbuka, a) nada dasar, b) nada dasar pertama, c) nada dasar kedua (Sumber : Ganijanti, 2011)

Gambar 2.11 merupakan pola gelombang bunyi pada pipa organa terbuka. Pipa organa terbuka merupakan pipa organa yang kedua ujungnya terbuka. Kedua ujung pipa yang terbuka selalu terbentuk perut gelombang. Nada terendah dicapai ketika panjang pipa sama dengan panjang setengah gelombang, sedangkan naiknya nada terjadi ketika penambahan jumlah gelombang dalam pipa. Dapat dilihat dari Gambar 2.11

1. Nada dasar f_0 (harmonic pertama)

$$l = \frac{1}{2} \lambda_0 \text{ atau } \lambda_0 = 2l \quad (2.28)$$

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l} \text{ atau } f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.29)$$

2. Nada dasar f_1 (harmonic kedua)

$$l = \lambda_1 \quad (2.30)$$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{l} \text{ atau } f_1 = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.31)$$

3. Nada dasar f_2 (harmonic ketiga)

$$l = \frac{3}{2} \lambda_2 \text{ atau } \lambda_2 = \frac{2}{3} l \quad (2.32)$$

$$f_2 = \frac{3v}{2l} \text{ atau } f_2 = \frac{3}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.33)$$

4. Frekuensi nada atas ke-n

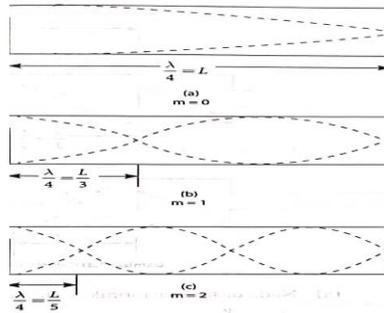
$$f_n = \frac{(n+1)v}{2l} \quad (2.34)$$

Perbandingan frekuensi diatas dapat dituliskan sebagai berikut :

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3 \quad (2.35)$$

b. Pipa organa tertutup

Pipa organa tertutup adalah kolom udara dengan satu ujung tertutup dan ujung lainnya terbuka, dengan pola gelombang sebagai berikut :



Gambar 2.17 Gelombang tegak pada organa tertutup, a) nada dasar, b) nada dasar pertama, c) nada dasar kedua (Sumber : Ganijanti, 2011)

Pipa organa tertutup ini memiliki salah satu ujung yang tertutup. Pada ujung yang tertutup akan selalu terbentuk simpul.

1. Nada dasar f_0 (harmonic pertama)

$$l = \frac{1}{4}\lambda_0 \text{ atau } \lambda_0 = 4l \quad (2.36)$$

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{4l} \quad (2.37)$$

2. Nada dasar f_1 (harmonic kedua)

$$l = \frac{3}{4}\lambda_1 \text{ atau } \lambda_1 = \frac{4}{3}l \quad (2.38)$$

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{3v}{4l} \quad (2.39)$$

3. Nada dasar f_3 (harmonic ketiga)

$$l = \frac{5}{4} \lambda_2 \text{ atau } \lambda_2 = \frac{4}{5} l \quad (2.40)$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{5v}{4l} \quad (2.41)$$

4. Frekuensi nada atas ke-n

$$f_n = \frac{(n+1)v}{2l} \quad (2.42)$$

Dengan $n = 1, 2, 3$ dst

Perbandingan frekuensi diatas dapat dituliskan sebagai berikut :

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 3 : 5 \quad (2.43)$$

g. Resonansi Bunyi

Kenaikan amplitudo secara drastis hingga mendekati frekuensi alami disebut resonansi dan frekuensi alami juga disebut frekuensi resonansi sistem (Jewett, 2009).

Resonansi bunyi dapat diamati melalui garpu tala. Gelombang yang dihasilkan oleh garpu tala akan dipantulkan ketas. Kedua gelombang ini akan berinterferensi. Ketika kedua gelombang bertemu dalam fase yang sama akan terjadi interferensi yang saling memperkuat sehingga gelombang stasioner tercipta dari kolom udara dan udara

bergetar pada frekuensi yang sama dengan garpu tala. Frekuensi resonansi merupakan sebuah sistem yang beresilasi menunjukkan amplitudo yang besar ketika digerakkan pada salah satu frekuensi alamiahnya. Resonansi pada udara dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$l = \frac{1}{4} (2n-1) \quad (2.44)$$

Keterangan :

l = Panjang kolom udara = Panjang gelombang
 n = resonansi ke-1,2,3, ...

Prinsip resonansi bunyi juga diterapkan dalam sistem audio, seperti speaker atau handphone. Speaker memiliki komponen yang dirancang untuk bergetar dengan frekuensi yang sesuai dengan sinyal audio yang diterima sehingga menghasilkan bunyi yang jelas dan terdengar baik.

h. Interferensi : Pelayangan Bunyi

Gelombang bunyi merambat melalui medium, terjadi perpindahan energi dari satu daerah ruang ke daerah ruang lainnya. Jumlah energi yang dibawa oleh gelombang bunyi tersebut per satuan luas pada permukaan disebut intensitas bunyi.

Gelombang bunyi, intensitasnya bergantung pada amplitudo gelombang. gangguan dua gelombang bunyi dengan frekuensi yang sedikit berbeda menyebabkan peristiwa yang disebut gangguan suara. Karena dalam hal ini terdapat kondisi maksimum dan minimum secara teratur, maka hasilnya adalah nada kuat dan lemah. Dalam hal ini, satu layang-layang terdiri dari bunyi kuat-lemah-kuat atau bunyi lemah-kuat-lemah.

Periode pelayangan yang dihasilkan adalah setengah dari periode gelombang bunyi sehingga periode dan frekuensi bunyi dapat dihitung sebagai berikut :

$$f' = f_1 - f_2 \quad (2.45)$$

Keterangan :

T' = Periode pelayangan (s)

T = Periode gelombang bunyi (s)

f' = frekuensi pelayangan (Hz)

f_1 = frekuensi gelombang bunyi 1 (Hz)

f_2 = frekuensi gelombang bunyi 2 (Hz)

i. Intensitas Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi ketika merambat akan terjadi perpindahan energy dari satu daerah ruang ke daerah ruang lainnya. Jumlah energi rata-rata per satuan luas yang dibawa oleh gelombang

melalui atau menuju permukaan disebut dengan intensitas bunyi (Jewett, 2009). Intensitas bunyi merupakan ukuran dari kekuatan gelombang bunyi dan dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Intensitas bunyi terkait dengan amplitudo gelombang bunyi, di mana amplitudo yang lebih besar akan menghasilkan intensitas bunyi yang lebih tinggi. Persamaan dalam intensitas bunyi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$I = \frac{P}{A} \quad (2.46)$$

Keterangan :

I = Intensitas Bunyi (Watt/m²)

P = Laju perpindahan energi gelombang bunyi (Watt)

A = luas bidang permukaan (m²)

Suatu sumber bunyi memancarkan gelombang bunyi secara merata ke segala arah, sehingga permukaan gelombangnya berbentuk bola, maka daya rata-rata yang dipancarkan bunyi tersebut akan tersebar merata (Hugh, 2010). Persamaan intensitas bunyi pada titik yang berjarak r dari sumber bunyi adalah :

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (2.47)$$

(Tipler, 1998)

Perbandingan intensitas gelombang bunyi pada suatu titik yang berjarak r_1 dan r_2 dari sumber bunyi adalah sebagai berikut:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (2.48)$$

Jika terdapat n buah sumber bunyi yang identik, maka intensitas total gelombang bunyi adalah jumlah aljabar dari intensitas masing-masing sumber bunyi, sebagai berikut:

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad (2.49)$$

Kerasnya bunyi ditentukan oleh amplitudonya, karena amplitudo gelombang bunyi berbanding lurus dengan intensitasnya, semakin tinggi intensitas bunyi, semakin keras suaranya.

j. Taraf Intensitas Bunyi

Telinga manusia dapat mendeteksi suara dengan intensitas terendah 10^{-12} W/m² hingga 1 W/m². Taraf Intensitas didefinisikan dengan persamaan berikut:

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.50)$$

Keterangan :

TI = Taraf Intensitas (dB)

I = Intensitas Bunyi (W/m^2)

I_0 = intensitas ambang pendengar (W/m^2)

(Jewett, 2009b)

Jika sumber bunyi identik sejumlah n_1 menghasilkan TI_1 , maka sumber bunyi identik sejumlah menghasilkan sebesar:

$$TI_2 = TI_1 + 10 \log \frac{n_2}{n_1} \quad (2.51)$$

Perbandingan taraf intensitas bunyi pada jarak r_1 dari sumber bunyi dengan taraf intensitas bunyi pada jarak r_2 dari sumber bunyi TI_2 , dapat dinyatakan sebagai:

$$TI_2 = TI_1 + 10 \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 \quad (2.52)$$

Keterangan :

TI = Taraf Intensitas (dB)

I = Intensitas Bunyi (W/m^2)

r = jarak (m)

k. Efek Doppler

Christian Johann Doppler merupakan seorang ilmuwan kebangsaan Austria yang menemukan efek doppler (D. C. Giancoli, 2010). Fenomena efek

Doppler adalah bertambah atau berkurangnya frekuensi gelombang bunyi yang terdengar oleh penerima bunyi saat sumber bunyi bergerak mendekat atau menjauh (Jewett, 2009).

Supardianingsih, (2015) mengatakan dalam bukunya bahwa besar kecilnya frekuensi gelombang yang diterima penerima dapat dihitung dengan menggunakan :

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s \quad (2.53)$$

Keterangan :

f_p = frekuensi gelombang yang diterima pendengar (Hz)

v = cepat rambat gelombang bunyi diudara (m)

v_p = kecepatan pendengar (m/s)

v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)

f_s = frekuensi gelombang yang diterima pendengar (Hz)

Cepat rambat bunyi di udara selalu bertanda positif. Komponen-komponen persamaan lain berlaku sebagai berikut:

- a. v_s bertanda positif (+) jika sumber bunyi menjauhi pendengar
- b. v_s bertanda positif (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar

- c. v_p bertanda positif (+) jika sumber bunyi mendekati pendengar
- d. v_p bertanda positif (-) jika sumber bunyi menjauhi pendengar
- e. $v_p = 0$, jika pendengar diam
- f. $v_s = 0$, jika sumber bunyi diam.

B. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitianpeneliti yang relevan dengan penelitian terdahulu antaranya yaitu :

1. Islamiah, hasil penelitian menunjukkan bahwa Model *Problem Based Learning* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata siswa kelas eksperimen adalah 70,29 dengan nilai tertinggi 92,86, sedangkan nilai rata-rata kelas kontrol diperoleh nilai tertinggi 85,71. (Islamiah et al., 2018)
2. Suganda, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa hasil berpikir kritis gelombang bunyi siswa berbeda untuk setiap indikator. Indikator tersebut cukup menjelaskan rata-rata nilai siswa sebesar 27,6. Nilai rata-rata indikator keterampilan dasar siswa sebesar 75,2. Menurut indicator, rata-ratanya adalah 57,6. Rata-rata indicator penjelasan tambahan sebesar 26. Indicator mengatur strategi dan Teknik rata-rata nilai 35,6. Dari hasil tersebut diketahui bahwa rata-rata keterampilan berfikir kritis masih rendah. (Suganda, 2022)
3. Abadi, hasil penelitiannya menunjukkan rata-rata kelompok eksperimen dan *kontrol* terdapat

perbandingan peningkatan yang signifikan. Rata-rata kelompok eksperimen pada pretest sebesar 122,66 sedangkan pada posttest naik menjadi 149,71. Rata-rata kelompok kontrol pada saat pretest sebesar 111,28 dan setelah dilakukan posttest menjadi 114,28. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa *Mind mapping* dapat memberikan pengaruh yang efektif untuk meningkatkan keterampilan berfikir kritis siswa. (Abadi et al., 2019)

4. Dewi, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa hasil rata-rata dari nilai sebelumnya adalah sebesar 58,18 meningkat menjadi sebesar 77,94 dengan gain yang dinormalisasi sebesar 50,60%. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan pembelajaran berbasis masalah berbantuan *Mind mapping* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. (Nastitisari, 2016)
5. Umah, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa modul pembelajaran kontekstual concept mapping memberikan dampak yang signifikan. Rata-rata nilai pretestsaat uji coba terbatas di kelas XII IPA 1 yaitu 30,70 meningkat menjadi 70,10 pada nilai posttestdengan N-Gain 56,4% dan termasuk

kategori sedang. Dengan demikian pembelajaran dengan menggunakan modul pembelajaran concept mapping dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. (Harijanto, 2018)

C. Kerangka Berpikir

Pembelajaran fisika di SMA Negeri 7 Semarang, sebelumnya menggunakan metode ceramah yang membuat siswa menjadi pasif dan kurang interaksi antara siswa dan guru. Metode ceramah menyebabkan kesulitan siswa dalam memahami materi, oleh karena itu diperlukan pendekatan pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

PBL merupakan model pembelajaran yang efektif untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa. PBL melibatkan siswa aktif dalam memecahkan masalah yang relevan dengan materi pembelajaran. Model ini mendorong siswa untuk berpikir secara analitis, mengambil keputusan, bekerja secara kolaboratif, dan mengembangkan pemahaman yang lebih dalam.

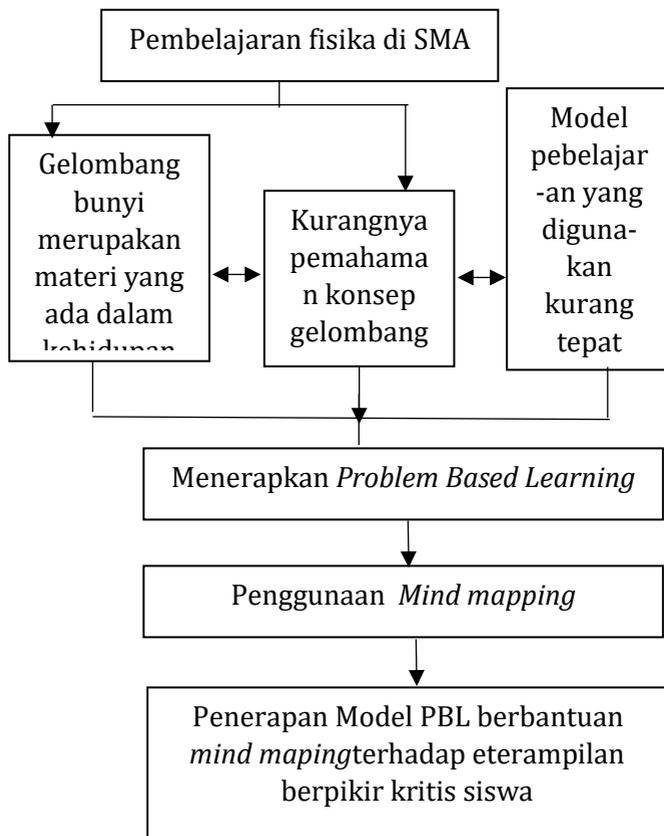
PBL memerlukan media pendukung untuk menarik perhatian siswa, dimana media tersebut mencakup materi pembelajaran dengan singkat dan jelas. Media

yang digunakan dalam proses pembelajaran di SMA Negeri 7 Semarang yaitu *mind mapping*. *Mind mapping* adalah alat visual yang membantu siswa mengorganisir informasi dengan jelas dan terstruktur. *Mind mapping* dapat membantu siswa memvisualisasikan hubungan antara konsep-konsep dalam gelombang bunyi, sehingga memudahkan pemahaman siswa.

Gelombang bunyi merupakan materi fisika yang abstrak karena tidak terlihat bagaimana bentuk dari gelombang bunyi tanpa bantuan alat. Gelombang bunyi memiliki subab yang cukup banyak dan relative mirip, sehingga siswa kesulitan dalam memahami perbedaan dari sumber bunyi maupun permasalahan dalam soal. Keterampilan berpikir kritis diperlukan pada pembelajaran abad 21, sehingga harus ditingkatkan.

Model PBL dan media pendukung seperti *mind mapping*, diharapkan siswa dapat lebih aktif dalam mempelajari gelombang bunyi. Siswa akan diajak untuk berpikir kritis, berkolaborasi dengan teman sekelas, dan mencari solusi atas masalah yang terkait dengan gelombang bunyi. *Mind mapping* juga membantu siswa mengorganisir konsep-konsep secara visual sehingga memudahkan pemahaman dan

mengatasi kesulitan siswa dalam membedakan sumber bunyi atau menyelesaikan soal. Pendekatan pembelajaran yang interaktif, melibatkan siswa secara aktif, dan menggunakan media yang menarik, diharapkan pemahaman siswa terhadap materi gelombang bunyi dapat meningkat dan keterampilan berpikir kritis mereka terlatih dengan baik.



D. Hipotesis Penelitian atau Pertanyaan Penelitian

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah dalam penelitian. Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka hipotesis yang diajukan dalam penelitian sebagai berikut :

1. Hipotesis penelitian

Pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* berbantuan *Mind mapping* dapat meningkatkan keterampilan berfikir kritis pada materi Gelombang bunyi di SMA Negeri 7 Semarang tahun ajaran 2022/2023.

μ_1 : kelas eksperimen merupakan kelas yang menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan media *Mind mapping* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi

μ_2 : kelas kontrol merupakan kelas yang menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi

2. Hipotesis Tindakan

Berdasarkan kajian Pustaka dan kerangka berpikir maka dapat dirumuskan hipotesis tindakan sebagai berikut :

- a. Efektivitas model *problem based learning* berbantuan *mind mapping* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi

H_0 : Model PBL berbantuan *mind mapping* tidak efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi

H_a : Model PBL berbantuan *mind mapping* efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi

- b. Peningkatan keterampilan berpikir kritis menggunakan *problem based learning* berbantuan *mind mapping* pada materi gelombang bunyi

H_0 : Tidak ada perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis menggunakan PBL berbantuan *mind mapping* pada materi gelombang bunyi

H_a : Ada perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis menggunakan PBL berbantuan mind mapping pada materi gelombang bunyi

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis penelitian

Penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (*quasy experiment*), dengan desain penelitian ini terdapat kelompok *kontrol*. Sampel yang diambil untuk kelompok eksperimen tidak diambil secara random.

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Pretest-posttest Control Group Desain*, yaitu kelas eksperimen maupun kelas kontrol tidak dipilih secara random. Dalam penelitian ini baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol dibandingkan. kelompok kontrol dan kelompok eksperimen sebelum dilakukan perlakuan diberikan Pre-test untuk mengetahui keadaan awal adakah perbedaan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen (Sugiyono, 2019). Seperti dijelaskan pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Perlakuan Pre-Test

Kelas	<i>Pre-Test</i>	Perlakuan	<i>Post-test</i>
Eksperimen	T ₁	X ₁	T ₂
Kontrol	T ₁	X ₂	T ₂

Keterangan :

T_1 : *Pre-test*

T_2 : *Post-test*

X_1 : Menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dengan media *Mind mapping*

X_2 : tidak menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dengan *Mid Mapping*

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa penelitian dilakukan dengan melakukan Pre-test terhadap kelas kontrol dan kelas eksperimen sebelum dilakukan perlakuan, Pada kelas eksperimen perlakuan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dengan media *Mind mapping* sementara pada kelas kontrol tanpa menggunakan model tersebut. setelah perlakuan selesai dilaksanakannya post-test pada kedua kelas untuk mengamati dan membandingkan perbedaan hasil setelah perlakuan dilakukan.

B. Tempat dan waktu penelitian

1. Tempat penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di SMA Negeri 7 Semarang semester genap tahun ajaran 2022/2023 pada bulan februari. Sekolah ini terletak di Jalan Untung Suropati, Bambangkerep, Kecamatan. Ngaliyan, Kota Sermarang, Jawa Tengah.

2. Waktu penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2022/2023 tepatnya pada tanggal 6-20 Maret 2023 di SMA Negeri 7 Semarang.

C. Populasi dan sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI SMA Negeri 7 Semarang semester genap tahun ajaran 2022/2023 yang terdiri dari 6 kelas berjumlah 214 siswa.

2. Sampel

Sampel menurut Sugiyono (2017) adalah Sebagian kecil dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki populasi. Sampel dari populasi harus benar-benar representif, oleh karena itu tidak dapat mengambil 216 siswa dalam penelitian ini. Sampel yang digunakan adalah probability sampling, dimana pengambilan sampel secara acak atau random dari populasi yang ada dengan menggunakan sampel random sampling. Cluster random sampling adalah Teknik pengambilan sampel yang digunakan apabila populasi tidakterdiri dari individu-individu, melainkan terdiri dari kelompok individu (Deni, 2014).

Sampel yang digunakan yaitu berjumlah 2 kelas sebagai kelas eksperimen dan *kontrol*. Kelas XI MIPA 5 digunakan sebagai kelas eksperimen yang akan diterapkan model Problem Based Learning berbantuan *Mind mapping* dan kelas XI MIPA-4 digunakan sebagai kelas *kontrol*.

Tabel 3. 2 Sampel Penelitian

No	Kelas	Perlakuan	Jumlah
1	XI MIPA-4	Kontrol	36
2	XI MIPA-5	Eksperimen	36
Keseluruhan			72

D. Variabel Penelitian

Penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu :

1. Variabel bebas (Independen)

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Model Pembelajaran *Problem Based Learning* dengan media *Mind mapping* (S. Arikunto, 2001).

2. Variabel terikat (Dependen)

Variabel pada penelitian ini adalah keterampilan berfikir kritis siswa Hubungan antara variabel bebas (x) dengan variabel terikat (y) dapat digambarkan seperti gambar



Keterangan :

X =Penggunaan model *Problem Based Learning* berbantuan media *mind mapping*

Y = kemampuan berfikir kritis siswa

(Widyoko, 2012)

E. Metode pengumpulan data dan instrumen penelitian

1. Metode pengumpulan data

a. Test keterampilan berpikir kritis

Tes merupakan stimulus yang diberikan pada seseorang untuk mendapatkan jawaban yang dijadikan skor angka. Tes dilakukan guna mengetahui keterampilan berfikir kritis siswa pada ranah kognitif setelah dilakukannya penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* berbantuan *mind mapping*

b. Observasi

Observasi adalah pengamatan yang dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan secara teliti serta pencatatan secara sistematis. Teknik ini untuk memperoleh data aktivitas pada ranah afektif dan psikomotorik. Wawancara

menurut (Sugiyono, 2012) digunakan sebagai Teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti.

2. Instrument penelitian

Intrumen adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian. Intrumen memegang peran yang sangat penting dalam menentukan mutu suatu penelitian.

a. Instrumen Keterampilan Berfiir Kritis

Instrumen penelitian menggunakan tes dalam bentuk soal-soal uraian atau essay. Instrumen ini digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa. Langkah awal dalam mengembangkan instrumen adalah dengan membuat kisi-kisi soal tes, yang berfungsi untuk menentukan indikator hasil belajar peserta didik yang akan diukur.

b. Instrumen lembar observasi

Lembar observasi yang diberikan kepada siswa diperiksa dan dianalisis dengan menggunakan instrumen penelitian yang menggunakan skala likert. Data dari hasil observasi diukur menggunakan skala likert, dengan menggunakan rumus sebagai berikut. Hasil observasi ini

digunakan untuk menghitung hasil belajar pada aspek afektif dan psikomotorik.

3. Uji Coba Instrumen

Sebelum memberikan instrumen tes kepada sampel penelitian, penting untuk melakukan uji coba terlebih dahulu dengan menggunakan kelompok siswa yang telah mempelajari pokok bahasan yang sama. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa instrumen tes yang digunakan memiliki kualitas yang baik dan dapat diandalkan dalam penelitian.

Proses pengujian instrumen dilakukan melalui beberapa langkah penting. Pertama, uji validitas dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana instrumen tes tersebut dapat mengukur secara akurat konstruk yang dimaksud. Hal ini dilakukan dengan melibatkan pakar-pakar di bidang terkait yang akan menilai kesesuaian dan relevansi pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen dengan konstruk yang ingin diukur.

Selanjutnya, uji reliabilitas dilakukan untuk mengukur sejauh mana instrumen tes tersebut dapat menghasilkan hasil yang konsisten dan stabil. Salah satu metode yang sering digunakan adalah dengan menghitung koefisien reliabilitas, seperti alpha Cronbach, untuk memastikan bahwa instrumen

tersebut memberikan hasil yang konsisten pada saat penggunaan yang berulang.

Selain itu, uji tingkat kesukaran juga dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kesulitan pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen. Hal ini penting untuk memastikan bahwa instrumen tersebut dapat membedakan antara peserta yang memiliki kemampuan yang berbeda secara cukup signifikan.

Terakhir, uji daya beda dilakukan untuk menguji sejauh mana instrumen tes tersebut dapat membedakan antara kelompok siswa yang memiliki tingkat prestasi yang berbeda. Uji ini dilakukan dengan membandingkan hasil tes antara kelompok siswa yang memiliki perbedaan tingkat prestasi yang jelas, seperti kelompok yang memiliki nilai tertinggi dan terendah. Dengan melakukan proses pengujian yang komprehensif ini, dapat dipastikan bahwa instrumen tes yang digunakan dalam penelitian memiliki kualitas yang baik, dapat diandalkan, dan mampu mengukur dengan akurat konstruk yang ingin diteliti.

Sebelum instrumen test diberikan pada sampel penelitian test tersebut harus diuji coba dengan kelompok siswa yang sudah menerima pokok bahasan tersebut. Adapun pengujian instrument tersebut

hingga layak menjadi instrument penelitian diuji dengan uji validitas, uji reliabilitas, uji tingkat kesukaran dan uji daya beda.

a. Analisis instrument penelitian

Kelayakan intrumen penelitian alat evaluasi diuji dengan menggunakan beberapa rumus, antara lain sebagai berikut :

a. Uji Validitas

Validitas adalah ukuran sejauh mana suatu instrumen dapat mengukur dengan akurat apa yang seharusnya diukur. Untuk mengukur validitas tes pada setiap butir soal, dilakukan korelasi antara skor hasil uji coba pada setiap butir soal dengan skor totalnya. Jika instrumen tersebut mampu mengukur dengan tepat apa yang seharusnya diukur, maka dikatakan memiliki validitas tinggi. Sebaliknya, instrumen dikatakan memiliki validitas rendah jika tidak mampu mengukur dengan akurat apa yang seharusnya diukur (Punaji, 2013). Pengujian validitas dapat dilakukan dengan membandingkan isi instrumen dengan materi pelajaran yang relevan. Untuk menghitung nilai validitas,

dapat digunakan koefisien korelasi dengan menggunakan metode product moment. Metode ini melibatkan perhitungan korelasi antara skor instrumen dengan skor yang diharapkan berdasarkan materi pelajaran yang terkait. Dengan demikian, nilai validitas dapat diperoleh sebagai ukuran sejauh mana instrumen tersebut dapat mengukur konstruk yang diinginkan secara akurat. Nilai validitas dihitung dengan koefisien korelasi menggunakan product momen seperti pada persamaan 3.1.

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

Keterangan :

r_{xy} : koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y

$\sum x$: jumlah nilai seluruh dari variabel X

$\sum y$: jumlah nilai dari variabel Y

$\sum x^2$: Jumlah kuadrat nilai variabel

$\sum y^2$: Jumlah kuadrat nilai variabel Y

$\sum xy$: Jumlah hasil perkalian variabel X dan variabel Y

$n = \text{jumlah responden}$

Nilai $r_{xy\text{hitung}}$ akan dibandingkan dengan koefisien korelasi $r_{xy\text{tabel}}$ pada tabel 3.3 dan

3.4.

Tabel 3. 3 Koefisien Korelasi

Kategori	Kriteria
$r_{xy\text{hitung}} \geq r_{xy\text{tabel}}$	Valid
$r_{xy\text{hitung}} < r_{xy\text{tabel}}$	Tidak Valid

(Sugiyono, 2012)

Tabel 3. 4 Koefisien Validitas Butir Soal

Reliabilitas r_{11}	Kriteria
$0,80 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 \leq r_{xy} < 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} < 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$	Sangat rendah

b. Uji Reliabilitas

Reliabilitas adalah ukuran yang digunakan untuk menilai sejauh mana hasil pengukuran konsisten jika pengukuran dilakukan berulang kali pada objek yang sama menggunakan instrumen yang sama. Suatu instrumen dapat dihitung reliabilitasnya menggunakan koefisien alpha, yang juga dikenal sebagai alpha Cronbach. Koefisien alpha merupakan ukuran statistik yang mengindikasikan sejauh mana item-item

dalam instrumen saling berkorelasi dan mencerminkan konsistensi internal instrumen tersebut. Dengan menghitung koefisien alpha, dapat diketahui sejauh mana instrumen dapat diandalkan dalam menghasilkan hasil pengukuran yang konsisten dan stabil.

Untuk mengetahui reliabilitas soal tes dengan menggunakan koefisien alpha sebagai berikut yaitu:

$$r_{11} = \left[\frac{n}{n-1} \right] \left[\frac{\sum S_i^2}{s_i^2} \right] \quad (3.2)$$

Keterangan :

n = banyaknya butir item yang dikeluarkan dalam tes

1 = bilangan konsta

s_i^2 = varian total

$\sum S_i^2$ = jumlah varian skor dari tiap-tiap butir item

r_{11} = koefisien reliabilitas test

Nilai koefisien reliabel alpha r_{11} akan dibandingkan dengan koefisien korelasi tabel $r_{xy\text{tabel}} = 0,32$, seperti pada tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Koefisien Reabilitas

r_{xy}	Kriteria
$r_{xy\text{hitung}} \geq r_{xy\text{tabel}}$	Reliabel
$r_{xy\text{hitung}} < r_{xy\text{tabel}}$	Tidak reliabel

Adapun kriteria reabilitas dijelaskan dalam tabel 3.6 di bawah ini :

Tabel 3. 6 Kalsifikasi Nilai Reliabilitas Butir Soal

Reliabilitas r_{11}	Kriteria
$0,80 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 \leq r_{xy} < 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} < 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$	Sangat rendah

(Surhasimi Arikunto, 2012)

c. Uji Tingkat Kesukaran

Soal yang baik yakni soal yang tidak terlalu mudah atau sukar. Soal yang terlalu mudah tidak merangsang siswa untuk mempertinggi usaha memecahkannya. Sebaliknya soal yang terlalu sukar akan menyebabkan siswa menjadi putus asa dan tidak mempunyai semangat untuk mencoba lagi karena di luar jangkauannya. Perlu dilakukan analisis

tingkat kesukaran menggunakan rumus pada persamaan 3.3 berikut :

$$DK = \frac{\text{Mean}}{\text{Skor maksimal yang ditetapkan}} \quad (3.3)$$

Keterangan :

DK = Daya Kesukaran

Klasifikasi tingkat kesukaran soal masuk kedalam tiga katagori seperti pada tabel 3.7

Tabel 3. 7 Klasifikasi kesukaran soal

Indeks tingkat kesukaran	Interprestasi
$0,00 \leq DK \leq 0,30$	Sukar
$0.3 \leq DK < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq DK \leq 1,00$	Mudah

d. Uji Daya Pembeda

Daya pembeda tes adalah kemampuan tes dalam memisahkan antara subjek yang pandai dengan subjek yang kurang pandai. Rumus untuk membedakan daya pembeda dapat dilihat pada persamaan 3.4.

$$DP = \frac{\bar{x}_{KA} - \bar{x}_{KB}}{\text{skor maksimum soal}} \quad (3.4)$$

Keterangan :

D = Daya Beda suatu butir soal

\bar{x}_{KA} =Rata- rata kelas atas

\bar{x}_{KB} = Rata-rata kelas bawah

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis daya pembeda butir tes adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan jawaban peserta didik mulai dari yang tertinggi sampai yang terendah,
2. Membagi kelompok atas dan kelompok bawah.
3. Menghitung proporsi kelompok atas dan bawah dengan rumus

$$PT = \frac{PA}{JA} \text{ dan } PR = \frac{PB}{JB} \quad (3.5)$$

Keterangan :

PA : Proporsi kelompok tinggi bagian atas

JA : Jumlah testee yang termasuk kelompok atas

PB : Proporsi kelompok tinggi bagian atas

JB : Jumlah testee yang termasuk kelompok bawah

4. Menghitung daya beda dengan rumus yang telah ditentukan. Selanjutnya hasil akhir dari perhitungan daya beda didefinisikan dengan indeks daya pembeda yang dapat dilihat pada tabel 3.8 :

Tabel 3. 8 Indeks daya pembeda

Daya pembeda	Keterangan
$0,00 \leq DB \leq 0,20$	Jelek
$0,20 < DB \leq 0,40$	Sedang
$0,40 < DB \leq 0,270$	Baik
$0,70 \leq DB \leq 1,00$	Sangat baik

(Sudijono, 1996)

4. Analisis Tahap Akhir

a. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan dalam mengukur data berdistribusi normal atau tiak, apakah data dapat diigunakan statistika parametik, sedangkan jika hasil data tidak terdistribusi nrmal maka menggunakan statistika non parametik (Sutrisno, 2012).

Uji Chi-Square adalah salah satu cara uji normalitas uji komparatif non parametris yang dilakukan pada dua variabel.

$$x^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} \quad (3.7)$$

Keterangan :

O = Frekuensi hasil observasi

E = Frekuensi yang diharapkan

Nilai E = (Jumlah sebaris x jumlah sekolom)

Tabel 3. 9 Koefisien Normalitas

Kategori	Kriteria
$L_{hitung} \leq L_{tabel}$	Normalitas
$L_{tabel} < L_{hitung}$	Tidak Normalitas

b. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas merupakan suatu metode pengujian untuk menentukan apakah varians dari dua kelompok atau lebih sama atau tidak. Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan pengujian homogenitas untuk melihat apakah variasi dalam kelompok kontrol dan kelompok eksperimen bersifat homogen atau tidak. Pengujian homogenitas yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah uji Fisher. Kriteria perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.11

$$F = \frac{\textit{varian terbesar}}{\textit{varian terkecil}} \quad (3.8)$$

Tabel 3. 11 Koefisien Homogen

Kategori	Kriteria
$F_{hitung} \leq F_{tabel}$	Homogen
$F_{tabel} < F_{hitung}$	Tidak Homogen

b. Uji Hipotesis Menggunakan Uji T

Uji hipotesis pada penelitian ini diuji menggunakan analisis uji t dengan tingkat signifikansi 0,05. Uji t merupakan salah satu uji statistik parametrik yang digunakan dalam penelitian ini. Namun, uji t memiliki asumsi yang harus dipenuhi, yaitu normalitas dan homogenitas. Asumsi normalitas berarti data yang digunakan harus terdistribusi secara normal, sedangkan asumsi homogenitas berarti varians antara kelompok harus homogen atau seragam, sehingga mempunyai asumsi yang harus dipenuhi yaitu normalitas dan homogenitas. Uji t dapat menggunakan persamaan 3.9 :

$$t = \frac{M_x - M_y}{\sqrt{\left[\frac{\Sigma x^2 \Sigma y^2}{n_1 + n_2 - 2} \right] \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 \times n_2} \right)}} \quad (3.9)$$

M_x : Nilai rata-rata kelas kontrol

M_y : Nilai rata-rata kelas eksperimen

n_1 : Banyak sampel kelas kontrol
 n_2 : Banyak sampel kelas eksperimen
 x : Deviasi setiap nilai x_2 dan x_1
 y : Deviasi setiap nilai y_2 dan y_1

Jika kedua asumsi tidak terpenuhi, maka uji yang digunakan adalah uji t non parametrik. Pengujian hipotesis digunakan untuk mengetahui dugaan sementara yang dirumuskan dalam hipotesis penelitian dengan menggunakan uji dua pihak. Hipotesis yang digunakan yaitu :

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2 \qquad H_a: \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan:

μ_1 : Efektivitas nilai akhir (*post-test*) keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen yang menerapkan model PBL berbantuan *mind mapping* pada materi gelombang bunyi

μ_2 : Efektifitas nilai akhir (*post-test*) keterampilan berpikir kritis kelas kontrol

Hipotesis disimpulkan :

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$, artinya hasil tes keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen menggunakan model PBL berbantuan *mind*

mapping memiliki nilai yang kurang dari sama dengan hasil keterampilan berpikir kritis kelas kontrol yang hanya menggunakan model PBL. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari kedua kelas tersebut.

$H_a : \mu_1 > \mu_2$, artinya hasil keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen menggunakan model PBL berbantuan mind mapping terhadap keterampilan berpikir kritis memiliki nilai yang lebih besar dari nilai keterampilan berpikir kritis kelas kontrol yang hanya menggunakan model PBL. Dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan dari kedua kelas tersebut.

c. Uji N-Gain

Uji normalitas Gain digunakan untuk mengetahui perubahan anatara pre-test dan post-test siswa. Peningkatan kemampuan keterampilan berfikir kritis siswa dialanisasi dengan rumus N-Gain ternormalisasi.

$$N \text{ Gain} = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimal} - \text{skor pretest}} \quad (3.10)$$

Hasil perhitungan gain ternormalisasi selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan tabel interpretasi n-gain menurut (Hake, 1999). Interpretasi pengelompokan skor dapat dilihat pada tabel 3.11:

Tabel 3. 10 Kriteria pengelompokan N-Gain

Interval	Kriteria
$G \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq G < 0,7$	Sedang
$0 \leq G < 0,3$	Rendah

Skor rata-rata gain ternormalisasi (N-Gain) antara kelas eksperimen dengan kelas *kontrol* digunakan sebagai data untuk membandingkan *higher order thinking skills*. Hipotesis yang digunakan yaitu :

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2 \quad H_a: \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan:

μ_1 : Rata-rata nilai akhir (*post-test*) keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen yang menerapkan model PBL berbantuan *mind mapping* pada materi gelombang bunyi

μ_2 : Rata-rata nilai akhir (*post-test*)
keterampilan berpikir kritis kelas kontrol

Hipotesis disimpulkan :

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$, artinya hasil rata-rata keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen menggunakan model PBL berbantuan mind mapping memiliki nilai yang kurang dari sama dengan rata-rata keterampilan berpikir kritis kelas kontrol yang hanya menggunakan model PBL. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari kedua kelas tersebut.

$H_a : \mu_1 > \mu_2$, artinya rata-rata keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen menggunakan model PBL berbantuan mind mapping terhadap keterampilan berpikir kritis memiliki nilai yang lebih besar dari rata-rata keterampilan berpikir kritis kelas kontrol yang hanya menggunakan model PBL. Dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan dari kedua kelas tersebut.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas model pembelajaran Problem Based Learning yang didukung dengan media *Mind mapping* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen, di mana terdapat dua kelas yang terlibat yaitu kelas *kontrol* dan kelas eksperimen.

Kelas eksperimen dipilih sebagai kelompok yang akan menerima perlakuan khusus menggunakan model PBL berbantuan *Mind mapping* sebagai alat visual. Kelompok ini akan terlibat dalam berbagai aktivitas pembelajaran yang telah direncanakan guna mendorong siswa untuk melatih keterampilan berpikir kritis, mengidentifikasi masalah, serta mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep gelombang bunyi. Kelas kontrol akan tetap menggunakan pendekatan PBL tanpa menggunakan media *mind mapping*, hal ini dilakukan agar dapat membandingkan perbedaan hasil antara kedua kelompok tersebut setelah diberi perlakuan, penggunaan desain ini diharapkan dapat melihat apakah model PBL

yang didukung media *Mind mapping* mampu memberikan dampak yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dalam mempelajari materi gelombang bunyi.

Soal uji coba keterampilan berpikir kritis siswa diujikan kepada tim ahli soal terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai soal uji coba. Banyaknya soal yang akan diujikan yaitu 12 soal uraian dengan indicator kemampuan berpikir kritis. Hasil validasi 12 soal tersebut dapat digunakan dengan catatan revisi dari tim ahli. Soal validitas tim ahli tersebut akan diujikan pada kelas XII MIPA 2, dan XII MIPA 3 guna mengetahui soal pretets-posttest yang akan digunakan pada kelas XI MIPA.

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data yang terkumpul dari tes keterampilan berpikir kritis pada materi gelombang bunyi berupa pre-tets dan post-test. Pre-test diberikan sebelum dilakukannya perlakuan bertujuan untuk mengukur kemampuan awal siswa pada kedua kelompok. Tujuannya untuk mendapatkan gambaran tentang sejauh mana siswa memahami dan mampu menerapkan konsep-konsep yang terkait dengan materi gelombang bunyi sebelum mereka menerima perlakuan. Post-test, di sisi lain, diberikan setelah perlakuan dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi sejauh mana peningkatan keterampilan berpikir kritis

siswa setelah mereka mengikuti model pembelajaran Problem Based Learning dengan bantuan media *Mind mapping* . Post-test akan membantu mengidentifikasi apakah ada perubahan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kritis siswa setelah mereka terlibat dalam pembelajaran yang difasilitasi oleh model pembelajaran tersebut.

Analisis butir soal yang dilakukan dalam pengujian berbagai pengujian seperti validitas soal, reliabilitas soal, tingkat kesulitan soal, dan daya beda soal. Validitas soal mengukur sejauh mana soal-soal tersebut dapat mengukur dengan akurat konstruk yang dimaksud. Reliabilitas soal menunjukkan sejauh mana soal-soal tersebut konsisten dalam mengukur kemampuan siswa. Tingkat kesulitan soal menunjukkan seberapa sulit atau mudah soal-soal tersebut bagi siswa. Sedangkan daya beda soal menunjukkan sejauh mana soal-soal tersebut mampu membedakan antara siswa yang memiliki tingkat kemampuan yang berbeda.

Dengan melakukan analisis butir soal ini, peneliti dapat memastikan bahwa soal-soal yang digunakan dalam penelitian memiliki kualitas yang baik dan dapat memberikan informasi yang akurat tentang kemampuan berpikir kritis siswa dalam konteks materi gelombang bunyi.

B. Analisis Data

1. Analisis Uji Instrument

Sebelum soal diujikan kepada kelas eksperimen (XI MIPA 5) dan kelas kontrol (XI MIPA 4), instrumen tersebut diujicobakan terlebih dahulu di kelas XI MIPA 2 dan XII MIPA 3. Uji cob aini untuk mengtahu validitas, reliabilitas, daya pembeda dan tingkat kesukaran soal bertujuan mengetahui bahwa soal tersebut telah memenuhi syarat tes yang baik.

a. Validitas

uji validitas digunakan untuk melihat apakah butir soal tes valid atau tidak digunakan. Hasil analisis perhitungan instrument soal dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Validitas

<u>Validitas</u>	<u>Nomor Soal</u>	<u>Jml</u>	<u>Persentase</u>
Valid	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12	11	90%
Tidak Valid	10	1	10%
Jumlah		10	100%

Hasil perhitungan validitas menggunakan Microsoft excel dapat dilihat dalam lampiran 10

b. Reliabilitas

Setelah uji validitas dilakukan uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui tingkat konsistensi jawaban tetap. Hasil yang diperoleh untuk uji reliabilitas sebesar 0,18. Kriteria yang didapatkan pada uji reliabilitas instrument tes memiliki reliabilitas tinggi.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Reliabilitas

r^2_{hitung}	r^2_{tabel}	Kriteria
0,18	0,7	Sangat rendah

Hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada lampiran 11

c. Tingkat Kesukaran

Hasil dari uji tingkat kesukaran soal dapat dilihat taraf kesukaran soal yang memenuhi syarat sebagai soal yang mudah berjumlah 1 butir soal, sedangkan soal yang memenuhi syarat sebagai soal sukar berjumlah 11 butir soal. Berikut hasil perhitungan analisis tingkat kesukaran soal ditunjukkan pada tabel 4.2

Tabel 4.3 Hasil Uji tingkat kesukaran

Indeks tingkat kesukaran	Kriteri a	No soal	Jml
$0,00 \leq DK \leq 0,30$	Sukar	2,3,4,5,6,7,8, 9,10,11,12	11
$0.3 \leq DK < 0,70$	Sedang	-	0
$0,70 \leq DK \leq 1,00$	Mudah	1	1

Perhitungan uji tingkat kesukaran dapat dilihat pada lampiran 13

d. Daya Pembeda

Daya pembeda menunjukkan kemampuan soal untuk membedakan antara peserta didik yang berkemampuan tinggi dengan peserta didik yang kemampuan rendah.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Daya Pembeda

Daya pebeda	No soal	jml	Persen
jelek $0,00 \leq DB \leq 0,20$	5,10, 12	3	30%
cukup $0,20 < DB \leq 0,40$	3,7	2	20%
baik $0,40 < DB \leq 0,270$	1,2,4,6,8,9 ,11	6	60%
Sangat baik $0,70 \leq DB \leq 1,00$	-	0	0%
jumlah		12	100%

Hasil dari perhitungan daya beda soal pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa daya beda soal yang akan memenuhi syarat sebagai soal yang memiliki syarat sebagai soal yang buruk sebanyak 3 soal, cukup sebanyak 2 soal, dan baik sebanyak 6 soal.

Hasil perhitungan daya dapat dilihat pada lampiran 12.

2. Analisis Tahap Awal

Analisis tahap awal digunakan untuk memastikan validitas sampel melalui pengujian normalitas dan homogenitas. Uji normalitas digunakan untuk mengevaluasi apakah data dalam sampel terdistribusi secara normal. Sedangkan uji homogenitas digunakan untuk menentukan apakah varian antara kelompok-kelompok dalam sampel tersebut seragam atau homogen.

Pengujian normalitas bertujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam penelitian mengikuti distribusi normal, yang merupakan asumsi penting dalam beberapa metode statistik. Dengan demikian, uji normalitas akan membantu memvalidasi apakah data dalam sampel dapat dianggap

representatif dan dapat digunakan dalam analisis selanjutnya.

uji homogenitas bertujuan untuk memastikan bahwa varian antara kelompok-kelompok dalam sampel memiliki kesamaan atau kehomogenan. Hal ini penting karena beberapa metode statistik mengasumsikan homogenitas varian antara kelompok, dan melanggar asumsi ini dapat mempengaruhi hasil analisis yang akurat dan dapat diandalkan. analisis tahap awal ini, peneliti dapat memastikan bahwa sampel yang digunakan dalam penelitian memiliki keabsahan statistik yang memadai untuk dilanjutkan ke tahap analisis selanjutnya

a. Uji Normalitas

Setelah kelas eksperimen dan kelas kontrol diberikan perlakuan, maka nilai tersebut diuji normalitas untuk memenuhi syarat dalam pengujian N-Gain. Uji normalitas data dilakukan guna mengetahui apakah data tersebut terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas data menggunakan uji Chi Kuadrat (X^2) dengan kriteria pengujian $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ serta taraf signifikan 5% maka data berdistribusi normal. Hasil perhitungan uji

normalitas kelas eksperimen dan kelas kontrol pada pretest disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.5 Hasil Uji Normalitas Pretest kelas kontrol dan kelas eksperimen

kelas	X^2_{hitung}	X^2_{tabel}	keterangan
XI MIPA 4	4,479	7,814	Normal
XI MIPA 5	2,450	7,814	Normal

Kriteria pengujian menggunakan taraf signifikan 5% dengan $dk = k-1$ pengujian normalitas nilai pretetst untk kelas kontrol adalah 4,479 dan nilai normalitas kelas eksperimen adalah 2,450. X tabel untuk $dk=6-3=3= 7,814$. Hasi tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua kelas baik kelas kotrol maupun eksperimen memenuhi kriteria $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$, maka data tersebut terdistribusi normal.

Hasil perhitungan uji normalitas pretest kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada lampiran 22 dan 23.

Hasil perhitungan uji normalitas kelas eksperimen dan kelas kontrol pada posttest disajikan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas Pretest kelas kontrol dan kelas eksperimen

kelas	X^2_{hitung}	X^2_{tabel}	keterangan
XI MIPA 4	7,582	9,487	Normal
XI MIPA 5	5,291	9,487	Normal

Kriteria pengujian menggunakan taraf signifikan 5% dengan $dk = k-1$ pengujian normalitas nilai post untk kelas kontrol adalah 7,582 dan nilai normalitas kelas eksperimen adalah 5,291. X tabel untuk $dk=7-3=4= 9,487$. Hasi tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua kelas baik kelas kotrol maupun eksperimen memenuhi kriteria $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$, maka data tersebut terdistribusi normal.

Hasil perhitungan uji normalitas posttest kelas eksperimen dan kelas kntrol dapat dilihat pada lampiran 24 dan25.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui seragam atau tidaknya varian sampel yang akan diambil. Setelah didapatkan data berdistribusi normal kemudia dilakukan dengan membandingkan antara F_{hitung} dengan F_{tabel} pada tabel bertribusi F, dnegan dk pembilang $n-1$ untuk

varians terbedar dan dk penyebut n-1 untuk varians terkecil. Kriteria uji homogenitas menggunakan tarafsignifikan 5% untuk data berdistribusi homogen.. hasil perhitungan uji homogenitas disajikan dalam tabel 4.5.

Tabel 4.7 Hasil Uji Homogenitas

kelas	F_{hitung}	F_{tabel}	keterangan
XI MIPA 4	35,588	1,757	Homogen
XI MIPA 5	24,478	1,757	

Berdasarkan tabel 4.7 di atas diperoleh vaians untuk kelas XI MIPA 4 sebesar 34,588 dan kelas XI MIPA 5 sebesar 24,478, maka diperoleh F_{hitung} 456 sedangkan F_{tabel} 1,757. Hal ini menunjukkan bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka kedua kelas tersebut homogen.

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 21.

3. Analisis Tahap Akhir

Analisis tahap akhir digunakan untuk untuk menguji hipotesis penelitian dan uji efektifitas, maka data yang digunakan adalah nilai post-test kelas eksperimen maupun kelas kontrol.

a. Uji Hipotesis atau Uji-t

Uji hipotesis disebut juga uji t atau uji perbedaan rata-rata posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji t bertujuan guna mengetahui perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Analisis perhitungan menggunakan rumus t-tes dua sampel berkorelasi untuk membuktikan hipotesis alternatif diterima atau ditolak. kriteria yang digunakan adalah jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan $dk = n_1 + n_2 - 2$, dengan taraf signifikan 5% maka H_a diterima.

Hasil perbedaan dua rata-rata nilai keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Uji Hipotesis

Sumber Variasi	Eksperimen	Kontrol
Jumlah	2489	1869
Rata-rata (\bar{x})	69	52
simpangan baku (s)	17,663	20,623
Varians (s^2)	312	425,335
Dk	70	
t^2_{hitung}	5,283	
t^2_{tabel}	1,66	

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa $t_{hitung} = 5,283$ sedangkan $t_{tabel} = 1,666$, dengan taraf signifikan 5% dan $dk = 36+36-2 = 70$ maka $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga H_a diterima dan H_o ditolak, artinya model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Media *Mind mapping* terhadap kemampuan berpikir kritis pada materi gelombang bunyi efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil hipotesis statistik

Hasil analisis uji t dapat dilihat pada lampiran 29.

b. Uji perbedaan rata-rata (N-Gain)

Uji tingkat efektivitas bertujuan untuk mengetahui seberapa besar keefektifan dari perlakuan yang diberikan dengan mengetahui peningkatan hasil keterampilan berpikir kritis siswa sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi perlakuan. Uji tingkat efektivitas menggunakan uji N-Gain dengan kriteria $g > 0,70 =$ Tinggi, $0,30 < g < 0,70 =$ sedang, dan $g < 0,30 =$ rendah. Hasil uji N-Gain disajikan pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Uji Efektivitas

kelas	$N - Gain$	persentase	Kriteria
XI MIPA 4	0,62	62%	Sedang
XI MIPA 5	0,63	63%	Sedang

Berdasarkan hasil perhitungan kedua kelas tersebut memiliki kriteria nilai yang berbeda. Nilai gain kelas eksperimen = 0,65 dan kelas kontrol = 0,63. Hasil analisis N-Gain dapat dilihat pada lampiran 31.

c. Uji Hipotesis (Uji-t)

Uji hipotesis disebut juga uji t atau uji perbedaan rata-rata posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji t bertujuan guna mengetahui perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa antara kelas eksperimen dengankelas kontrol. Analisis perhitungan menggunakan rumus t-tes dua sampel berkorelasi untuk membuktikan hipotesis alternatif diterima atau ditolak. kriteria yang digunakan adalah jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan $dk=n_1 + n_2 - 2$, dengan taraf signifikan 5% maka H_a diterima.

Hasil perbedaan dua rata-rata nilai keterampilan berpikir kritis siswa kelas

eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Uji Hipotesis

Sumber Variasi	Eksperimen	Kontrol
Jumlah	2489	1869
Rata-rata (\bar{x})	69	52
simpangan baku (s)	17,663	20,623
Varians (s^2)	312	425,335
Dk		70
t^2_{hitung}		5,283
t^2_{tabel}		1,66

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa $t_{hitung} = 5,283$ sedangkan $t_{tabel} = 1,666$, dengan taraf signifikan 5% dan $dk = 36 + 36 - 2 = 70$ maka $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga H_a diterima dan H_o ditolak, artinya model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Media *Mind mapping* terhadap kemampuan berpikir kritis pada materi gelombang bunyi efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil hipotesis statistik

Hasil analisis uji t dapat dilihat pada lampiran 29.

C. Pembahasan

Tahap awal penelitian dilakukan wawancara terhadap guru fisika SMA Negeri 7 Semarang. Hasil wawancara yang diperoleh bahwa guru memfokuskan pada hasil belajar siswa, sehingga kurangnya pemahaman siswa terkait konsep-konsep fisika khususnya gelombang bunyi. Penelitian ini terdiri dari tiga variabel yang menjadi objeknya, yaitu model pembelajaran *problem based learning* (X_1) Dan *Mind mapping* (X_2), serta variabel terikatnya keterampilan berpikir kritis siswa (Y). Teknik sampel yang digunakan adalah Teknik random sampling.

Keterampilan berpikir kritis yang digunakan pada penelitian ini diukur dari hasil tes keterampilan berpikir kritis. Kondisi awal siswa sebelum diberikan perlakuan memiliki kemampuan berpikir kritis yang rendah, dilihat dari hasil nilai pretest siswa kedua kelas tersebut yang masih tergolong rendah, yaitu sebesar 15,94 untuk rata-rata kelas eksperimen dan sebesar 16,278 untuk rata-rata kelas kontrol. Kedua kelas tersebut memiliki keterampilan berpikir kritis yang rendah dikarenakan siswa belum terbiasa diberikan soal yang memuat indikator berpikir kritis. Perolehan rata-rata kedua kelas tersebut tidak terlalu menonjol, hal ini menandakan bahwa keterampilan berpikir siswa pada kedua kelas relatif sama (homogen).

Setelah diberikan perlakuan yang berbeda yaitu kelas eksperimen menggunakan model PBL berbantuan *Mind mapping* , sedangkan kelas kontrol menggunakan model PBL, diperoleh rata-rata kedua kelas tersebut mengalami peningkatan. Rata-rata skor *post-test* kelas eksperimen adalah 70 dan rata-rata skor *post-test* kelas kontrol adalah 69,13. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa pemelajaran dengan menggunakan model PBL berbantuan media *mind mapping* efektif digunakan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dari pada pembelajaran menggunakan model PBL saja. Perbedaan rata-rata *posttest* kelas eksperimen dan kontrol memiliki perbedaan rata-rata yang sedikit, hal ini disebabkan karena pada kedua kelas sama-sama menggunakan model PBL dengan perbedaan pada media banuan yang digunakan.

Salah satu faktor penyebab keterampilan berpikir kritis siswa rendah yaitu: 1) guru menggunakan model *inquiry* terbimbing dengan metode ceramah, 2) selama proses pembelajaran siswa masih bingung membedakan persamaan dalam menyelesaikan persoalan sehingga siswa tidak dapat menjawab soal secara mandiri, 3) guru hanya mengandalkan buku acuan sehingga siswa mudah bosan dalam kegiatan pembelajaran (Durrotun, 2023).

Hasil ini sejalan dengan penelitian islamiah bahwa model PBL memberikan pengaruh lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran model inquiry terbimbing menggunakan metode ceramah bagi keterampilan berpikir kritis siswa.

Setelah diberikan perlakuan yang berbeda pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran PBL berbantuan media *mind mapping*, sedangkan kelas kontrol menggunakan model PBL diperoleh nilai rata-rata kedua kelas mengalami peningkatan. Rata-rata hasil posttes kelas eksperimen sebesar 70,4 dan rata-rata kelas kontrol sebesar 69,13. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran dengan model PBL Berbantuan *Mind mapping* efektif digunakan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Dibuktikan dari hasil uji t bahwa nilai $t_{hitung} = 5,28$ sedangkan $t_{tabel} = 1,66$ maka diperoleh $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Hasil lembar jawab soal keterampilan berpikir kritis menunjukkan siswa mampu menjawab persoalan.

Hasil Uji N-Gain menunjukkan terdapat selisih antara nilai pretest dan posttest baik kelas eksperimen maupun kontrol. hal ini dapat menjadi indikator bahwa hasil keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen

menggunakan model pembelajaran PBL berbantuan *Mind mapping* lebih tinggi daripada kelas kontrol yang hanya menggunakan model pembelajaran PBL. Model pembelajaran PBL melatih siswa untuk belajar lebih kreatif, aktif, dan ingin tahu dalam proses pembelajaran dengan bantuan media *mind mapping*. Berdasarkan hasil uji tingkat efektivitas, ditemukan bahwa nilai rata-rata N-Gain pada Kelas Eksperimen adalah 0,63, yang termasuk dalam kriteria sedang. Sementara itu, nilai rata-rata gain pada Kelas Kontrol adalah 0,62, juga termasuk dalam kriteria sedang. Sehingga data disimpulkan bahwa model PBL berbantuan *mind mapping* efektif digunakan dalam pembelajaran gelombang bunyi.

Perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa disebabkan oleh perlakuan yang berbeda pada kedua kelas tersebut. Kelas kontrol menggunakan model PBL, pembelajaran pada kelas kontrol mengalami peningkatan dari hasil belajar sebelumnya. Berbeda dengan kelas kelas eksperimen yang menggunakan Model PBL berbantuan media *mind mapping*, memperoleh hasil siswa lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran dikelas dan siswa saling berdiskusi permasalahan pada jurnal-jurnal sehingga siswa dapat mengambil kesimpulan dari hasil

analisis jurnal yang diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan diaplikasikan dalam *mind mapping*.

Keunggulan PBL menurut Dirgata (2016) yaitu, 1) Mendorong siswa mempunyai kemampuan dalam memecahkan masalah, 2) Mendorong siswa untuk mempunyai pengetahuan sendiri melalui aktivitas belajar, 3) Pembelajaran berfokus pada permasalahan yang ada di dunia nyata, 4) Kegiatan ilmiah yang dilakukan secara berkelompok dapat meningkatkan kualitas diskusi kelompok, 5) Mengungkap sumber-sumber pengetahuan yang ada, 6) Mempunyai kemampuan untuk melakukan komunikasi secara ilmiah pada kegiatan persentasi hasil yang dikerjakan kelompok, 7) Kesulitan belajar yang akan terpecahkan dengan bekerjasama melalui kerja kelompok, 8) Mempunyai kemampuan untuk menilai kemajuan yang terjadi dalam proses belajar.

Pembelajaran menggunakan model PBL meliputi beberapa proses tahapan, yaitu diantaranya; tahap orientasi masalah oleh siswa, mengorganisasikan siswa untuk belajar dari suatu permasalahan, membimbing penelitian, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta mengevaluasi proses pemecahan masalah. Lima tahapan tersebut mempunyai peranan penting dalam kegiatan pembelajaran, dimana siswa dituntut untuk aktif,

melatih kebeanian, berkomunikasi, serta berusaha sendiri untuk menapai pengetahuan dalam memecahkan masalah suatu permasalahan. Model pembelajaran PBL memerlukan media pendukung dalam proses kegiatan pembelajaran. media yang digunakan peneliti adalah media *mind mapping*.

Pada kelas eksperimen peneliti menampilkan *Mind mapping* materi gelombang bunyi. Pertama peneliti menjelaskan tentang gelombang bunyi sesuai dengan *Mind mapping* yang sedang ditampilkan, kemudian memberikan pertanyaan kepada siswa tentang apa saja contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya siswa pada kelas dibagi menjadi empat kelompok, guna menyelesaikan tugas membuat *Mind mapping* sesuai dengan pembagian yang di berikan. Tugas kelompok ini diberikan waktu pengerjaan dua hari sesuai dengan waktu fisika pada sekolah. Setelah itu *Mind mapping* yang telah diselesaikan dipresentasikan melalui video yang di upload pada sosial media (Instagram), kemudian pada pertemuan selanjutnya setiap kelompok bertanya yang belum paham kepada pemateri. Sesi diskusi dilaukan selama 30 menit setelah itu peneliti mengevaluasi pembelajaran dengan meriview materi serta menyimpulkan hasil diskusi tersebut.

Mind mapping memiliki kelebihan, di mana *Mind mapping* dapat digunakan untuk banyak tujuan dengan tingkat efektivitas, efisiensi, dan daya tarik yang tinggi sehingga *Mind mapping* dapat membuat konsep yang abstrak menjadi konkrit. Proses pembuatannya tidak memakan waktu lama dan tidak menghabiskan banyak biaya, *Mind mapping* dapat menjadi daya tarik tersendiri dan memenuhi kebutuhan estetika penyusunnya, Mampu mengoptimalkan kerja pikir siswa (Nurdin, 2016).

Pembelajaran *Mind mapping* pada kelas eksperimen efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis sebesar 63%. Hal ini menunjukkan bahwa model PBL dan *Mind mapping* efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Kelebihan penelitian ini dibandingkan dengan penelitian yang lain yaitu penggunaan *mind mapping* dalam penugasan bertujuan menuntut siswa aktif dalam diskusi kelompok, memahami materi dengan menerapkannya pada lingkungan, dapat menarik kesimpulan setelah mengamati kegiatan pada lingkungan sekitar yang berhubungan dengan gelombang bunyi.

Hasil perhitungan N-Gain pada kelas eksperimen memperoleh hasil sebesar 63% dan pada kelas kontrol memperoleh hasil 62%. Perbedaan hasil N-gain yang minim ini

dikarekana hanya perbedaan pada media mind mapping saja. Sehingga kedua kelas tersebut sama-sama mendapatkan perlakuan pembelajaran model PBL. Maka dapat disimpulkan bahwa model PBL efektif diterapkan pada materi gelombang bunyi. *Mind mapping* menjadi salah satu media yang dapat mendukung pembelajaran PBL. Namun memerlukan waktu yang cukup, pengarahan yang baik serta bimbingan yang maksimal. Sehingga *mind mapping* dapat digunakan sebagai media pendukung dalam pembelajaran. Keterbaruan dari penelitian ini yaitu, penggunaan model PBL berbantuan *mind mapping* dalam proses pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Mind mapping* menjadi salah satu keterbaruan media bantuan dari penelitian sebelumnya, dimana pada peneliti sebelumnya tidak ditemukan adanya penggunaan media *mind mapping* dengan model PBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Pembelajaran dengan model PBL berbantuan media *mind mapping* sebelumnya belum pernah diterapkan, sehingga peneliti memukan kendala yaitu siswa masih meminta arahan dan bimbingan dari peneliti dalam melaksanakan setiap Langkah pembelajaran. Meskipun hasil yang didapatkan belum optimal dan siswa terlihat

masih harus dipantau dalam setiap Langkah pembelajaran. tetapi dengan arahan yang diberikan peneliti model PBL berbantuan media mind mappig efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi pada kelas XI SMA Negeri 7 Semarang.

D. Keterbatasan Penelitian

Peneliti menyadari bahwa dalam penelitian ini terdapat banyak keterbatasan antara lain

1. Keterbatasan Tempat Penelitian

Penelitian ini diatasi hanya pada satu sekolah yaitu SMA Negeri 7 Semarang, maka dari itu terdapat kemungkinan hasil yang berbeda apabila penelitian ini dilakukan pada tempat yang berbeda.

2. Keterbatasan Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan peneliti sangat terbatas karena hanya memiliki waktu sesuai keperluan atau tepat dengan materi yang berhubungan.

3. Keterbatasan Kemampuan

Penelitian ini dilakukan dengan peneliti menyadari keterbatasan kemampuannya dalam melaksanakan penelitian. Kesadaran akan keterbatasan ini memotivasi peneliti untuk mendapatkan bimbingan dari dosen pembimbing yang sangat berpengalaman.

Bimbingan dari dosen pembimbing berperan penting dalam mengoptimalkan hasil penelitian ini.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di SMA Negeri 7 Semarang tentang Efektivitas model pembelajaran Problem Based Learning berbantuan media *Mind mapping* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi dapat disimpulkan bahwa

1. Model pembelajaran problem based learning efektif dalam pembelajaran guna meningkatkan efektivitas keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji t atau uji hipotesis memperoleh hasil nilai sebesar $t_{hitung} = 5,283$ sedangkan $t_{tabel} = 1,66$, dk = 70, dan taraf signifikan 5% maka didapatkan $t_{hitung} > t_{tabel}$, diperoleh H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan media *mind mapping* terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.
2. Peningkatan keterampilan berpikir kritis dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* berbantuan *mind mapping* siswa

dibuktikan dengan uji N-Gain sebesar 0,63 dengan kriteria sedang. Sedangkan hasil berpikir kritis siswa yang hanya menggunakan model PBL saja memiliki nilai N-Gain sebesar 0,62. Perbedaan rata-rata yang sedikit ini dikarenakan kedua kelas mendapatkan perlakuan yang sama dari peneliti dan hanya berbeda pada media yang diterapkan. Dari hasil N-Gain yang didapatkan maka model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *Mind mapping* mempengaruhi peningkatan keterampilan berpikir kritis.

B. Saran

Hasil penelitian mengenai efektivitas pembelajaran model PBL pada materi gelombang bunyi, peneliti menyampaikan saran-saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya, yaitu :

1. ditemukan beberapa siswa yang masih mengalami kesulitan dalam mengkorelasikan fisika dalam kehidupan sehari-hari.
2. *Mind mapping* memerlukan waktu yang cukup dalam pengarahannya maupun pengerjaannya.
3. Membutuhkan pendampingan yang khusus dalam pengerjaan *mind mapping*

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, P. N., Akbar, Z., & Fitri, S. (2019). Efektivitas Teknik Peta Pikiran Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Faktor Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 6(3), 235–246. <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor/article/view/4347>
- Afianingsih, A., Maskun, M., & Ekwandari, Y. S. (2017). Hubungan Kemampuan Berpikir Kreatif dalam Model *Mind mapping* dengan Kemampuan Menyimpulkan Materi Pelajaran Sejarah. *PESAGI (Jurnal Pendidikan Dan Penelitian ...)*, 01.
- Alwasilah, C. (2008). *Contextual Teaching & Learning Menjadikan Kegiatan Belajar-Mengajar Mengasikkan dan Bermakna*. MLC.
- Arends, R. (2008). *Leaning to Teach*. Pustaka Belajar.
- Arifah, N., Kadir, F., & Nuroso, H. (2021). Hubungan Antara Model Pembelajaran Problem Based Learning Dengan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Pembelajaran Fisika Siswa. *Karst: JURNAL PENDIDIKAN FISIKA DAN TERAPANNYA*, 4(1), 14–20. <https://doi.org/10.46918/karst.v4i1.946>
- Arikunto, S. (2001). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Rineka Cipta.
- Arikunto, Surhasimi. (2012). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan* (B. Aksara (ed.)).
- Bilgin, Senocak, Sozbilir, M. (2009). The Effects of Problem-Based Learning Instruction on University Students' Performance of Conceptual and Quantitative Problems in Gas Concepts. *Eurasian Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(2), hlm. 153-164.

- Buzan, T. (2012). *Buku Pintar Mind Map*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Darnella, R., Afriansyah, D., Darnella, R., & Afriyansyah, D. (2020). *Penerapan Metode Concept Mapping (Peta Konsep) dan Pengaruhnya Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Sistem Gerak di MAN 1 Palembang*. *Pendahuluan Pendidikan merupakan masalah yang sangat penting dan pokok bagi masing-masing individu . Suat.* 9(1).
- David Halliday, Robert Resnick, J. W. (2010). *Fisika Dasar* (L. S. Wibi Hardani, Ade M Drajat (ed.); 7 Jilid 1). Erlangga.
- Deni, D. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Dinda, A. (n.d.). *Hasil wawancara*.
- Dirgatama, C. H. A., Th, D. S., & Ninghardjanti, P. (2016). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Dengan Mengimplementasi Program Microsoft Excel Untuk Meningkatkan Keaktifan Dan Hasil Belajar Mata Pelajaran Administrasi Kepegawaian Di Smk Negeri 1 Surakarta. *Jurnal Informasi Dan Komunikasi Administrasi Perkantoran*, 1(1), 36–53. <https://jurnal.uns.ac.id/JIKAP/article/view/19138>
- Ennis, R. . (1985). *The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test. Test Manual, Criteria, scoring sheet an instrument for teaching and testing*.
- Ennis, R. . (1996). *Critical Thinking*. USA: Prentice-Hall.
- Ennis, R. H. (2011). The Nature of Critical Thinking : An Outline of Critical Thinking Dispositions,. *Univ. Illinois*, 1–8.
- Fadlan Andi S.Si., M. S. (2014). *Model Pembelajaran Fisika*. LP2M UIN Walisongo.

- Ganjanti, A. S. (2011). *Gelombang dan Optik* (Ishardini (ed.)). Salemba Teknika.
- Giancoli, A. D. (2001). *Fisika Edisi Kelima Jilid 2*. Erlangga.
- Giancoli, D. C. (2010). *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Erlangga.
- Hake, R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores. AREA-D American Education Research Association's Division. D, Measurement and Research Methodology*.
- Harijanto, A. (2018). *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018 Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018*. 3(2), 162–166.
- Helmawati. (2019). *Pembelajaran dan Penilaian Berbasis HOTS*. PT Remaja Rosdakarya.
- Hermansyah Amir, G. S. . (2012). Penerapan Model Pembelajaran Somatis, Auditori, Visual dan Intelektual (SAVI) Berbantuan Media Komputer Untuk Meningkatkan Kualitas. *Exacta*, 1, 98–105.
- Hugh, Y. D. (2010). *Fisika Universitas* (10 Th edn). Erlangga.
- Imiati, N., Purwaningsih, E., & Sulur. (2016). Telaah Bahan Ajar Materi Gelombang dan Penyebab Kesulitan-kesulitan Siswa Memahaminya. *Seminar NASional Jurusan Fisika FMIPA UM*, 27–36.
- Islamiah, A. F., Rahayu, S., Nyoman, N., & Putu, S. (2018). *Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan LKS Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Siswa SMAN 1 Lingsar Tahun Ajaran 2016 / 2017*. 6(1), 29–36.
- J.R Savery, D. T. . (1995). *Problem Based Learning: An Instructional Model and is Constructivist Framework*. Educational Technology.
- Jewett. (2009a). *Fisika untuk Sains dan Teknik* (6th ed.).

Salemba Teknika.

Jewett, S. (2009b). *Fisika Untuk Sains dan Teknik* (Maryati (ed.); 6th ed., pp. 781–809). Erlangga.

Kasih, A., Bahar, A., & Rohiat, S. (2018). Perbedaan Hasil Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Menggunakan *Mind mapping* Dan Summarizes Pada Kelas Xi Ipa Man 1 *Alotrop*, 2(2), 106–113. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/alotropjurnal/article/view/7475%0Ahttps://ejournal.unib.ac.id/index.php/alotropjurnal/article/download/7475/3695>

Lapasere, S., Pasaribu, M., & Kendek, Y. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Berbasis *Mind mapping* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Sisw Pada Konsep Gerak Lurus di SMA Negeri 1 Ampibabo. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 5(3), 1. <https://doi.org/10.22487/j25805924.2017.v5.i3.8863>

Long, D & Carlson, D. (2011). Mind The Map: How Thinking Maps Affect Student Achievement. *An Online Journal for Teacher Research*, 13(2), hlm. 1-3.

Magdalena, I., Fatakhatus Shodikoh, A., Pebrianti, A. R., Jannah, A. W., Susilawati, I., & Tangerang, U. M. (2021). Pentingnya Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Sdn Meruya Selatan 06 Pagi. *EDISI : Jurnal Edukasi Dan Sains*, 3(2), 312–325.

Mar'atus, S. (2015). Penerapan Model Pembelajaran *Mind mapping* untuk Meningkatkan Kreativitas dan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Ekonomi kelas x IPS di SMA Negeri 8 Malang Semester Genap Tahun Ajaran 2013/2014. *Sebelas Maret*.

Mariyaningsih, N. (2018). *Teori dan Praktik Berbagai Model dan Metode Pembelajaran Menerapkan Inovasi*

- Pembelajaran di Kelas-kelas Inspiratif* (A. K. Putra (ed.); 1st ed.). Kekata Publisher.
- Masrinah, E. N. dkk. (2019). Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Seminar Nasional Pendidikan, 1*, 924–932.
- Mukarromah, D. (2013). *Peningkatan Kreativitas Belajar Fisika Menggunakan Model Pembelajaran Snowball Throwing Pada Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Klirong. 3(2)*, 98–100.
- Nastitisari, D. (2016). ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KOMPLEKS SISWA MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN *MIND MAPPING* . *EDUSAINS, 1*, 4.
- Nurdiana, I. M., Harijanto, A., & Budi P, S. H. (2019). Efektifitas Pembelajaran Suhu Dan Kalor Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing Disertai *Mind mapping* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pembelajaran Fisika, 8(1)*, 47–52.
<https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/11137>
- Nurdin, S. (2016). *Kurikulum dan Pembelajaran*. Rajawali.
- Ong, A. C. & Borich, G. D. (2006). *Teaching Strategies that Promote Thinking: Models and Curriculum Approaches. Singapore: Mc-Graw Hill Education.*
- Paul R, E. L. (2008). *Critical Thinking Development: A Stage Theory With Implications for Instrucion Stage On: The Unreflective Thinker Stage Two: The Callenged Thinker.*
- Pepper, C. (2009). Problem Based Learning in Science. *Issues in Educational Research, 19(2)*.
- Peter, D. S. (2004). *Fisika Dasar (II)*. C.V Andi Offset.
- Punaji, S. (2013). *Penelitian Pendidikan Dan Pengembangan.*

Kencana Prenada Media Group.

- Raihanati, R., Siswoyo, S., & M., R. P. (2019). *Pengaruh Model Pembelajaran Problem Posing Tipe Pre Solution Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Gelombang Bunyi Kelas Xi Sma. VIII, SNF2019-PE-291-298.* <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.pe.36>
- Rezki, A., & Ramadhani, A. (2022). *MENYELESAIKAN SOAL TERMODINAMIKA MELALUI MODEL SQ3R (SURVEY , QUESTION , READ , RECITE , REVIEW) Analysis of Critical Thinking Skills in Solving Thermodynamics Problems Through The SQ3R Model (Survey, Question, Read, Recite, Review). 2(1), 31-37.* <https://doi.org/10.24252/al-khazini.v2i1.31545>
- Riani Ayu Utami, S. G. (2020). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Dan Discovery Learning Ditinjau dari Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas 5 SD. *PeTeKa (Jurnal Penelitian Tindakan Kelas Dan Pengembangan Pembelajaran), 3(1), 1-8.*
- Scott, K. . (2014). A Multilevel Analisis of Problem-Based Learning Design Characteristics. *Interdisciplinary Journal of Prolem Based Learning, 2(8), 4-9.* <https://doi.org/10.7771/541-5015.1420>
- Septiyowati, T., & Prasetyo, T. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning Dan Discovery Learning Terhadap Kecakapan Berfikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu, 5(3), 1231-1240.* <https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/893>
- Shoimin. (2014). *Model Pembelajaran Inovatif Data dalam Kurikulum 2013.* Ar-Ruzz Media.
- Slemeto. (2003). *Model Pembelajaran dan Faktor-faktor yang Mmepengatuhinya.* Rineka Cipta.

- Sudijono, A. (1996). *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Suganda, T. (2022). *ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA TOPIK Suganda , Parno , Sunaryono – Analisis Kemampuan Berpikir Kritis ... dengan baik akan mempermudah mempelajari materi lainya yang PENDAHULUAN Kemampuan berpikirk kritis merupakan keampuan berpikir tingkat tinggi*. 10(1), 141–150.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuanlitatif, Kualitatif Dan R&d*. Alfabeta,.
- Sugiyono. (2017). *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta,.
- Sugiyono. (2019). *Statistika Untuk Pendidikan*. ALFABETA.
- Supardianingsih, Ma'rifu Adip Sururi, and D. N. (2015). *Detik-Detik Ujian Nasional Fisika Untuk SMA/MA*. PT Intan Pariwara.
- Sutopo. (2016). Pemahaman Mahasiswa Tentang Konsep-Konsep Dasar Gelombang Mekanik. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(1), 41–45.
- Sutrisno. (2012). *Kreatif Mengembangkan Aktivitas Pembelajaran Berbasis TIK*. Referensi.
- Tipler, P. A. (1998). *Fisika Untuk Sains dan Teknik* (S. S. Joko Sutrisno (ed.); Ed. 3 cet.). Erlangga.
- Turan M., D. (2010). The Effect of Problem Based Learning on Achievement, Attitude, Metacognitive Awareness and Motivation. *Hacettepe Journal of Education*, 38, hlm. 55-66.
- Usman, U., Susilowati, S., & Widiyaningrum, P. (2017). Analisis Kesesuaian RPP terhadap Pelaksanaan Pembelajaran Biologi dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Journal of Innovative Science Education*, 6(2),

243–251.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jise.v6i2.15198>

USMAN, ENGGAR, U., & NOURMA, Y. (2020). *HUBUNGAN BERPIKIR KRITIS DENGAN KREATIVITAS SISWA MELALUI MIND MAP PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI*. 7(2), 32–41.

Utomo, T. (2014). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning) Terhadap Pemahaman Konsep dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa (Siswa Kelas VIII Semester Gasal SMPN 1 Sumbermalang Kabupaten Situbondo Tahun Ajaran 2012 / 2013). *The Effect of Pro*, 7, 5–9.

Wattimena, L. O., H.Tuaputty, & Salmanu, S. I. A. (2019). MODEL PEMBELAJARAN BBL2M (BRAIN BASED LEARNING DAN MODEL MIND MAPPING) UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR DAN BERPIKIR KRITIS SISWASMA NEGERI 1 AMAHAI. *Biopendix*, 6, 27–33.

Widyoko, P. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Belajar.

Wittmann, M. C. (2002). The Object Coordination Class Applied to Wavepulses: Analysing Student Reasoning in Wave Physics. *International Journal of Science Education, (Online)*, 24(1), 97–118.

Zainal, A. (2022). Dampak Multimedia Bagi Peningkatan Kualitas Pembelajaran di Sekolah. *Pendidikan Dan Keilmuan Islam, AL-Ibra*, 7(1).

Lampiran 1

Pedoman Wawancara Kepada Guru Fisika

No	Aspek yang Diamati	Deskripsi Aspek	Nomor Soal Pertanyaan	Total
1.	<i>Perencanaan pembelajaran</i>	<i>a. Kurikulum fisika kelas XI b. Respon keaktifan siswa? c. Penggunaan model pembelajaran disekolah? d. Model pembelajaran apa yang serin digunakan ? e. Media pembelajaran apa yangdigunakan di sekolah</i>	<i>1,2,3,4,5</i>	<i>5</i>
2.	<i>Pelaksanaan Pembelajaran</i>	<i>a. Apakah siswa aktif di dalam kelas? dalam b. respon siswa pada materi fisika ?</i>	<i>6,8</i>	<i>3</i>

		<i>c. materi pembelajaran fisika sering mengaitkan nateri dengan kehidupan sehari-hari?</i>		
3.	<i>Hasil Evaluasi</i>	<i>a. Respon peserta didik pada mind mapping ?</i> <i>b. Gambaran prestasi belajar siswa khususnya pada pemahaman konsep selama ini pada pembelajaran fisika?</i> <i>c. Keadaan peserta didik selama proses pembelajaran fisika berlangsung?</i>	7,9,10,	4

Pedoman Wawancara Guru

1. Apakah kurikulum fisika yang digunakan kelas XI pada tahun ajaran 2022/2023?
2. Bagaimana respon keaktifan siswa terhadap pembelajaran fisika?
3. Pada pembelajaran dikelas, apakah bapak/ibu menggunakan model pembelajaran ?
4. Model pembelajaran apa yang paling sering digunakan dalam proses pembelajaran dikelas?

5. Media pembelajaran apa saja yang biasa digunakan pada saat pembelajaran?
6. Pada saat proses belajar mengajar berlangsung, apakah siswa aktif dalam bertanya, menjawab, dan mempersentasikan hasil pekerjaannya?
7. Bagaimana gambaran prestasi belajar siswa khususnya pada pemahaman konsep selama ini pada pembelajaran fisika?
8. Apa respon peserta didik terkait mata pelajaran fisika?
9. Apakah bapak/ibu sudah menggunakan *Mind mapping* (peta pikiran) dalam proses pembelajaran?
10. Bagaimana respon peserta didik pada *mind mapping* ?
11. Apakah setiap ibu menyampaikan materi pembelajaran fisika sering mengaitkan nateri dengan kehidupan sehari-hari?
12. Bagaimana keadaan peserta didik selama proses pembelajaran fisika berlangsung?

Lampiran 2

Hasil Wawancara Dengan Guru Fisika

Narasumber : Durottun Nafisah M.Pd, S.pd

Waktu : 10 Januari 2023

Sekolah : SMA Negeri 7 Semarang

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah kurikulum fisika yang digunakan kelas XI pada tahun ajaran 2022/2023	ya
2	Pada pembelajaran dikelas, apakah bapak/ibu menggunakan model pembelajaran ?	Ya
3	Model pembelajaran apa yang paling sering digunakan dalam proses pembelajaran dikelas?	Saya menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing

4	Media pembelajaran apa saja yang biasa digunakan pada saat pembelajaran?	Saya biasanya menggunakan PPT, E-modul tetapi menurut saya E-modul sendiri kurang efektif apabila diterapkan didalam kelas, karena isi materi yang terlalu gamblang sama seperti lks. Sehingga siswa merasa kurang tertarik pada penggunaan e-modulnya.
5	Pada saat proses belajar mengajar berlangsung, apakah siswa aktif dalam bertanya, menjawab, dan mempersentasikan hasil pekerjaannya?	Siswa aktif tetapi tidak semua, mungkin dari 36siswa didalam satu kelas hanya ada 10 orang yang aktif. Sebeneranya tergantung waktu pembelejaran fisiknya.
6	Bagaimana gambaran prestasi belajar peserta didik khususnya pada pemahaman konsep selama ini pada pembelajaran fisika?	Pemahaman konsep wajib diterapkan dan diutamakan dalam fisika ya mbak, bukan hanya teorinya saja. Untuk pemahaman konsep saya menggunakan LKS yang sudah

		mengikuti kurikulumnya mbak.
7	Apa respon peserta didik terkait mata pelajaran fisika?	Em, seperti yang mbak tau ya. Fisika merupakan materi yang selalu ada dalam kehidupan sehari-hari. Siswa kadang tidak menyadari hal itu adalah konsep fisika. Mungkin karena banyaknya rumus sehingga membuat siswa berfikir “fisika banyak banget rumusnya”.
8	Bagaimana gambaran prestasi belajar siswa khususnya pada pemahaman konsep selama ini pada pembelajaran fisika?	pemahman konsep fisika di dalm kelas tergantung materi dan bagaimana respn siswa mbak. selama pembelajaran masih ngejar materi adi penyampaian kurang maksimal
9	Apakah bapak/ibu sudah menggunakan <i>Mind mapping</i> (peta pikiran) dalam proses pembelajaran?	Belum

10	<p>Bagaimana respon peserta didik pada <i>mind mapping</i> ?</p>	<p>Menurut saya tergantung bagaimana konsep dari <i>Mind mapping</i> yang mbak buat. Mungkin nanti bisa dipersiapkan kisi-kisi dllnya. Saya rasa <i>Mind mapping</i> dapat membantu siswa dalam pemahaman materi gelombang bunyi.</p>
11	<p>Apakah setiap ibu menyampaikan materi pembelajaran fisika sering mengaitkan nateri dengan kehidupan sehari-hari?</p>	<p>Ya, sering. Jika siswa masih kurang memahami saya menampilkan video You Tube guna membantu siswa dalam melihat peristiwa fisika dalam kehidupan.</p>
12	<p>Bagaimana keadaan peserta didik selama proses pembelajaran fisika berlangsung?</p>	<p>Aktif, tapi di beberapa materi saja.</p>

Lampiran 3

Validasi instrumen keterampilan berpikir kritis

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

NAMA : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP : 19062192008011011
INSTANSI : UIN Waligongo
ANGGAL : 16 - 5 - 2023
NELITI : AYUNI DINDA PERTIWI
M : 1908066003

A. PENGANTAR

Instrumen ini digunakan untuk mengevaluasi soal fisika materi suhu dan kalor yang digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penilaian terhadap soal yang dikembangkan dimaksudkan agar soal memenuhi kriteria valid sehingga layak digunakan dalam penelitian. Untuk itu, evaluasi dan penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan.

B. PETUNJUK

1. Instrumen ini dibuat untuk mengetahui evaluasi, penilaian dan pendapat Bapak/Ibu terhadap kelayakan soal keterampilan berpikir kritis materi Gelombang Bunyi peserta didik kelas XI SMA.
2. Substansi yang dinilai terkait dengan kesesuaian indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian.
3. Penilaian, pendapat, kritik, saran, dan komentar Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas soal ini. Sehubungan dengan hal itu, dimohon Bapak/Ibu memberikan pendapat dari setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan tanda "√" pada pernyataan yang memenuhi aspek dan memberikan tanda "X" atau "-" pada pernyataan yang tidak memenuhi aspek
4. Pada kolom keputusan validator, Bapak/Ibu dimohon memberikan pendapat dari setiap butir pernyataan yang tersedia dengan memberikan tanda "√" pada salah satu skala yang berisi skala [1], [2], [3], dan [4] sebagai kesimpulan awal tiap butir pernyataan yang memenuhi aspek. Keterangan dari keempat skala pada kolom keputusan validator adalah sebagai berikut:

4 = butir soal baik dan tidak perlu revisi

2) Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3) Batang soal menggambarkan kemampuan praktek	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
4) Batang soal tidak memberikan petunjuk kunci jawaban	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
5) Jika ada Gambar, grafik, tabel, atau diagram jelas dan berfungsi		✓	✓					✓		✓		✓
3. Aspek Bahasa												
1) Menggunakan bahasa Indonesia yang baku	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2) Komunikatif dalam merumuskan kalimat pertanyaan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3) Soal tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Rubrik Penilaian Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Petunjuk : Diisi dengan tanda cek (✓) di salah satu keterangan sesuai dengan aspek yang ditelaah

Keterangan dari keempat skala pada kolom keputusan validator adalah sebagai berikut:

- 4 = butir soal baik dan tidak perlu revisi
- 3 = butir soal baik dengan sedikit revisi
- 2 = butir soal perlu banyak revisi

1 = butir soal tidak bisa digunakan atau direvisi total

No. soal	Indikator Pembelajaran	Indikator Berpikir Kritis	Keterangan			
			1	2	3	4
1	Pemahaman konsep intensitas bunyi dalam kehidupan sehari-hari	Menjelaskan pengertian istilah dan pengertian tersebut dipertimbangkan (<i>Advance Clarification</i>)			✓	
2	Keterampilan dasar dibangun dalam pemberian alasan tentang hubungan antara intensitas dan taraf intensitas	Keterampilan dalam pemberian sebab akibat (<i>basic support</i>)				✓
3	Pemberian konsep dasar tentang sumber bunyi pada dawai	Pemberian penjelasan sederhana (<i>Elementary clarification</i>)				✓
4	Hubungan cepat rambat bunyi ada kehidupan sehari-hari	Menyimpulkan (<i>conclusion</i>)				✓
5	Menganalisis tegangan senar pada frekuensi yang telah ditentukan	Strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)				✓
6	Penjelasan lebih lanjut tentang kriteria efek doppler	Pembuatan penjelasan lanjut (<i>Advance Clarification</i>)				✓
7	Mengevaluasi sebab akibat dari suatu pernyataan yang telah dipaparkan.	Keterampilan dalam pemberian sebab akibat (<i>basic support</i>)				✓
8	Mengkreasikan frekuensi 2 pipa organa, yaitu pipa organa terbuka dan tertutup	Strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)				✓
9	Mengevaluasi aplikasi gelombang bunyi pada mengukur kedalaman laut.	Pembuatan penjelasan lanjut (<i>Advance Clarification</i>)				✓
10	Mengevaluasi konsep resonansi pada tabung berisi cairan dengan tinggi yang berbeda	Pemberian penjelasan sederhana (<i>Elementary clarification</i>)				✓

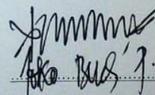
11	Menganalisis layangan bunyi dari sumber bunyi	Strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)				✓
12	Mengevaluasi hubungan cepat rambat dengan suhu	Membangun keterampilan dasar (<i>basic support</i>)				✓

D. MASUKAN DAN SARAN

Nomor Soal	Masukan
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

Semarang, 16-5-2023.....

Validator



NI. 1906214 200801 1011

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

NAMA : Agus Sukarmanto, M. S.
NIP : 197708232009121001
INSTANSI : UIN Walisongo
TANGGAL : 17-5-2023
PENELITI : AYUNI DINDA PERTIWI
NIM : 1908066003

A. PENGANTAR

Instrumen ini digunakan untuk mengevaluasi soal fisika materi suhu dan kalor yang digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penilaian terhadap soal yang dikembangkan dimaksudkan agar soal memenuhi kriteria valid sehingga layak digunakan dalam penelitian. Untuk itu, evaluasi dan penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan.

B. PETUNJUK

1. Instrumen ini dibuat untuk mengetahui evaluasi, penilaian dan pendapat Bapak/Ibu terhadap kelayakan soal keterampilan berpikir kritis materi Gelombang Bunyi peserta didik kelas XI SMA.
2. Substansi yang dinilai terkait dengan kesesuaian indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian.
3. Penilaian, pendapat, kritik, saran, dan komentar Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas soal ini. Sehubungan dengan hal itu, dimohon Bapak/Ibu memberikan pendapat dari setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan tanda "√" pada pernyataan yang memenuhi aspek dan memberikan tanda "X" atau "-" pada pernyataan yang tidak memenuhi aspek
4. Pada kolom keputusan validator, Bapak/Ibu dimohon memberikan pendapat dari setiap butir pernyataan yang tersedia dengan memberikan tanda "√" pada salah satu skala yang berisi skala [1], [2], [3], dan [4] sebagai kesimpulan awal tiap butir pernyataan yang memenuhi aspek. Keterangan dari keempat skala pada kolom keputusan validator adalah sebagai berikut:

4 = butir soal baik dan tidak perlu revisi

2) Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3) Batang soal menggambarkan kemampuan praktek	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
4) Batang soal tidak memberikan petunjuk kunci jawaban	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5) Jika ada Gambar, grafik, tabel, atau diagram jelas dan berfungsi		✓	✓	✓			✓		✓			✓
3. Aspek Bahasa												
1) Menggunakan bahasa Indonesia yang baku	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2) Komunikatif dalam merumuskan kalimat pertanyaan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3) Soal tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Rubrik Penilaian Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Petunjuk : Diisi dengan tanda cek (✓) di salah satu keterangan sesuai dengan aspek yang ditelaah

Keterangan dari keempat skala pada kolom keputusan validator adalah sebagai berikut:

4 = butir soal baik dan tidak perlu revisi

3 = butir soal baik dengan sedikit revisi

2 = butir soal perlu banyak revisi

1 = butir soal tidak bisa digunakan atau direvisi total

No. soal	Indikator Pembelajaran	Indikator Berpikir Kritis	Keterangan			
			1	2	3	4
1	Pemahaman konsep intensitas bunyi dalam kehidupan sehari-hari	Menjelaskan pengertian istilah dan pengertian tersebut dipertimbangkan (<i>Advance Clarification</i>)				✓
2	Keterampilan dasar dibangun dalam pemberian alasan tentang hubungan antara intensitas dan taraf intensitas	Keterampilan dalam pemberian sebab akibat (<i>basic support</i>)				✓
3	Pemberian konsep dasar tentang sumber bunyi pada dawai	Pemberian penjelasan sederhana (<i>Elementary clarification</i>)				✓
4	Hubungan cepat rambat bunyi ada kehidupan sehari-hari	Menyimpulkan (<i>conclusion</i>)				✓
5	Menganalisis tegangan senar pada frekuensi yang telah ditentukan	Strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)				✓
6	Penjelasan lebih lanjut tentang kriteria efek doppler	Pembuatan penjelasan lanjut (<i>Advance Clarification</i>)				✓
7	Mengevaluasi sebab akibat dari suatu pernyataan yang telah dipaparkan.	Keterampilan dalam pemberian sebab akibat (<i>basic support</i>)				✓
8	Mengkreasikan frekuensi 2 pipa organa, yaitu pipa organa terbuka dan tertutup	Strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)				✓
9	Mengevaluasi aplikasi gelombang bunyi pada mengukur kedalaman laut.	Pembuatan penjelasan lanjut (<i>Advance Clarification</i>)				✓
10	Mengevaluasi konsep resonansi pada tabung berisi cairan dengan tinggi yang berbeda	Pemberian penjelasan sederhana (<i>Elementary clarification</i>)				✓

11	Menganalisis layangan bunyi dari sumber bunyi	Strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)				✓
12	Mengevaluasi hubungan cepat rambat dengan suhu	Membangun keterampilan dasar (<i>basic support</i>)				✓

D. MASUKAN DAN SARAN

Nomor Soal	Masukan
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

Semarang, 17-5-2023

Validator

Agus Sedarwanto, M.P.

NIP. 1977082320091001

Lampiran 4

Rencana Pembelajaran Kelas Eksperimen

Sekolah	: SMA Negri 7 Semarang	Kelas/Semester	: XI/II
Mata Pelajaran	: FISIKA	Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit
Materi		: Gelombang Bunyi	

A. Kompetensi inti

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

KI 2: Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif, dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara

efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

- KI 3: Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan dan peradaban terkait fenomena dan kejadian serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4: Mengolah, menalar dan menyaji dalam ranah kongkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya dari sekolah secara mandiri dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kopetensi Dasar	KD 3.10	KD 4.10
	Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dalam teknologi	Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi berikut presentasi hasil percobaan
Indicator Pencapaian Kompetensi	IPK 3.10	IPK 4.10
	Menjelaskan sifat dan karakter gelombang bunyi Meentukan besarnya intesitas gelombang bunyi, traf intensitas bunyi,	Melakukan percobaan untuk menghitung cepat rambat bunyi di udara Melakukan percobaan untuk menentukan asas doppler

	layangan bunyi, dan efek dopler serta resonansi bunyi	Melakukan percobaan untuk menentukan hubungan antara panjang dawai (L), Gaya tegangan tali (F), massa dawai (m), dan cepat rambat gelombang transfersal pada dawai (v)
--	-------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

C. Tujuan pembelajaran

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran, peserta didik dapat :

- Pertemuan I
 1. Pre-Tes
- Pertemuan II

1. Menganalisis karakteristik gelombang
 2. Mengetahui syarat bunyi dapat di dengar,
 3. Menganalisis sifat gelombang bunyi
 4. Mengetahui aplikasi gelombang bunyi pada kehidupan sehari-hari
 5. Menghitung cepat rambat gelombang bunyi
 6. Menghitung cepat rambat gelombang bunyi pada dawai
 7. Mengaplikasikan prinsip pipa organa dengan memanfaatkan barang bekas
 8. Menghitung cepat rambat gelombang bunyi pada pipa organa terbuka dan tertutup
- Pertemuan III
1. Resonansi
 2. Pelayangan
 3. Menganalisis efek doppler
 4. Memahami konsep taraf intensitas
 5. Menghitung besar intensitas bunyi pada kejadian sehari-hari

➤ Pertemuan IV

1. Post-Tes

D. Kegiatan pembelajaran

<p>Model :</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Problem Based Learning <p>Metode :</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Eksperimen➤ Diskusi➤ Tanya jawab	<p>Media :</p> <ul style="list-style-type: none">➤ LKPD➤ Lembar penilaian➤ Laptop/ <i>mind mapping</i> / video pembelajaran➤ Quiz	<p>Sumber belajar</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Tim Penyusun (2022). Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI Semester 2. Jawa Tengah: Viva Pakarindo. Hal 24-30➤ Kanginan, Marthen (2017). Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI : Erlangga. Hal : 428-460
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

E. Langkah-langkah pembelajaran

PERTEMUAN I		
RICIAN KEGIATAN		WAKTU
PENDAHULUAN <ul style="list-style-type: none">✓ Membuka pelajaran dengan salam memanjatkan syukur kepada tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran✓ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin✓ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran✓ Mengajukan pertanyaan yang memiliki keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan		15 menit
KEGIATAN INTI		80 menit
SINTAK	LANGKAH/KEGIATAN PEMBELAJARAN	

<i>Penilaian pre-test</i>	Guru menyampaikan peraturan ujian Guru membagikan soal ujian	
	Siswa mengerjakan ujian	
PENUTUP		
✓ Guru menutup pembelajaran dengan mengingatkan materi pertemuan yang akan datang dan salam		15 menit
PERTEMUAN II		
RICIAN KEGIATAN		WAKTU
PENDAHULUAN		
✓ Membuka pelajaran dengan salam memanjatkan syukur kepada tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran		15 menit
✓ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin		

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran ✓ Mengajukan pertanyaan yang memiliki keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan ✓ <i>Motivasi</i> : menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung, mengajukan pertanyaan, dan memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi pada kehidupan sehari-hari ✓ <i>Prasyarat pengetahuan</i> : Mengaitkan materi syarat, aplikasi, dan klasifikasi gelombang bunyi 		
KEGIATAN INTI		
SINTAK	LANGKAH/KEGIATAN PEMBELAJARAN	70 menit
<i>Stimulus</i>	Guru memfasilitasi peserta didik dalam pembelajaran dengan memberikan video	

	<p>pembelajaran yang disiapkan oleh guru tentang sifat-sifat gelombang bunyi dengan mengacu pada LKPD yg dibagikan guru.</p> <p>Guru memberikan gambaran terkait dawai, pipa organa tertutup dan terbuka serta memberikan video terkait frekuensi cepat rambat gelombang bunyi</p> <p>Guru menjelaskan keterkaitan resonansi dan pelayangan pada cepat rambat dawai dan pipa organa</p>	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

<p><i>Problem statement</i></p>	<p>Peserta didik menganalisis besaran pada gelombang bunyi</p> <p>Seorang anak bergerak mendekati suara jangkrik, namun anak tersebut selalu gagal menemukan lokasi jangkrik, karena setiap bergerak jangkrik menghentikan bunyinya, apa yang menyebabkan jangkrik menghentikan bunyinya padahal menurut anak tersebut gerakan ia tidak menghasilkan suara (bunyi).</p> <p>Peserta didik menganalisis besaran gelombang bunyi pada video yang ditayangkan</p>	
---------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

	<p>Peserta didik mencari contoh lainnya dalam lingkungan kelas, sekolah, dan kehidupan sehari-hari</p>	
<i>Data collecting</i>	<p>Peserta didik menggunakan media pembelajaran yang relevan untuk dapat menganalisis besaran gelombang bunyi.</p> <p>Siswa berdiskusi dengan teman sebangkunya mengenai fenomena gelombang bunyi tersebut.</p> <p>Peserta didik mendiskusikan “<i>Mengapa jika anda memetik senar gitar yang bawah suaranya lebih nyaring daripada ketika memetik sinar yang atas</i>”</p>	

	<p><i>"Bagaimana bentuk gelombang yang terbentuk ketika senar dipetik dan bagaimana bisa dihasilkan nada yang berbeda-beda pada gitar tersebut?"</i></p>	
<i>Data processing</i>	<p>Peserta didik berdiskusi dengan teman untuk dapat menyelesaikan LKPD</p> <p>Peserta didik berdiskusi dengan teman untuk dapat menyelesaikan LKPD dan mencari tahu permasalahan yang baru dalam kehidupan sehari-hari mengenai dawai maupun pipa organa</p>	
<i>Verification</i>	<p>Guru memberikan penguatan mengenai konsep gelombang bunyi Peserta didik diminta untuk</p>	

	menunjukkan hasil diskusi di kelas dan meminta tanggapan dari teman untuk menanggapi	
<i>Generalization</i>	<p>Guru memberikan penguatan mengenai konsep gelombang bunyi</p> <p>Guru memberikan penguatan mengenai cepat rambat gelombang bunyi pada dawai dan pipa organa terbuka dan tertutup</p> <p>Guru menjelaskan prinsip efek doppler secara singkat</p>	
PENUTUP		15 menit

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Guru memberikan soal latihan untuk menghitung panjang gelombang bunyi ✓ Peserta didik mengerjakan latihan soal yang telah diberikan dibuku catatan dan akan dinilai pada akhir pembelajaran ✓ Guru menutup pembelajaran dengan mengingatkan materi pertemuan yang akan datang dan salam 	
PERTEMUAN III	
RICIAN KEGIATAN	WAKTU
<p>PENDAHULUAN</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Membuka pelajaran dengan salam memanjatkan syukur kepada tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran ✓ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin 	15 menit

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran ✓ Mengajukan pertanyaan yang memiliki keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan ✓ <i>Motivasi</i> : menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung, mengajukan pertanyaan, dan memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi pada kehidupan sehari-hari ✓ <i>Prasyarat pengetahuan</i> : Mengaitkan materi pengertian gelombang bunyi, klasifikasi bunyi, cepat rambat dawai dan cepat rambat pipa organa terbuka dan tertutup. (Materi sebelumnya) 	
KEGIATAN INTI	70 menit

SINTAK	LANGKAH/KEGIATAN PEMBELAJARAN	
<i>Stimulus</i>	<p>Meriview materi sebelumnya guna mengingat materi pertemuan sebelumnya</p> <p>Guru memberikan pertanyaan dan penjelasan mengenai efek doppler dan taraf intensitas</p>	
<i>Problem statement</i>	<p>Peseta didik mencari contoh lainnya dalam lingkungan kelas, sekolah, dan kehidupan sehari-hari</p> <p>Peserta didik melakukan diskusi "<i>Bagaimana pengaruh kebisingan terhadap kesehatan dan bagaimana cara mengurangi kebisingan</i>"</p>	

	menganalisis besaran besaran efek doppler dan taraf intensitas	
<i>Data collecting</i>	Guru dan peserta didik menggunakan media pembelajaran yang relevan untuk dapat menganalisis besaran gelombang bunyi.	
<i>Data processing</i>	Peserta didik berdiskusi dengan teman untuk dapat menyelesaikan LKPD	
<i>Verification</i>	Peserta didik diminta untuk menunjukkan hasil diskusi didepan kelas dan meminta tanggapan dari teman untuk menanggapi	
<i>Generalization</i>	Guru memberikan penguatan mengenai konsep efek doppler dan taraf intensitas	
PENUTUP		15 menit

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Guru memberikan soal latihan untuk menghitung taraf intensitas dan frekuensi pendengar dan penerima ✓ Peserta didik mengerjakan latihan soal dibuku catatan dan akan dinilai pada akhir materi. ✓ Guru menutup pembelajaran dengan mengingatkan materi pertemuan yang akan datang dan salam 	
PERTEMUAN IV	
RICIAN KEGIATAN	WAKTU
<p>PENDAHULUAN</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Membuka pelajaran dengan salam memanjatkan syukur kepada tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran ✓ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin 	15 menit

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran ✓ <i>Motivasi</i> : menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung 		
KEGIATAN INTI		
SINTAK	LANGKAH/KEGIATAN PEMBELAJARAN	
<i>Penilaian Harian</i>	Guru mneyampaikan peraturan ujian	80 menit
	Guru membagikan soal ujian	
	Siswa mengerjakan ujian	
PENUTUP		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Guru menutup pembelajaran dengan mengingatkan materi pertemuan yang akan datang dan salam 		5 menit

F. Penilaian hasil belajar

- Sikap : Lembar Pengamatan (Jurnal)	- Pengetahuan : LKPD	- Keterampilan : Kinerja dan observasi diskusi
--------------------------------------	----------------------	------------------------------------------------

Lampiran 5

Kisi-Kisi Soal Uji Coba Tes

Satuan Pendidikan :

Matapelajaran :

Kelas/semester :

Pokok bahasan :

Alokasi waktu :

Jumlah soal :

KI 1	Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	
KI-2	Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	
KI-3	Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, procedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknolog, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradabanterkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural	
KD	3.10	Menerapkan Konsep dan Prinsip Gelombang Bunyi
	4.11	Melakukan Percobaan Tentang Gelombang Bunyi

KISI-KISI TES

KEMAMPUAN BERFIKIR KRITIS

No	Sub Materi	Indikator Materi	Indicator soal	Dimensi Keterampilan Berfikir Kritis						Nomor Soal	Jumlah Soal
				C1	C2	C3	C4	C5	C6		
1.	Aplikasi Gelombang Bunyi	Aplikasi gelombang bunyi	Mengevaluasi aplikasi gelombang bunyi pada mengukur kedalaman laut.					√		9	1

2.	Cepat rambat bunyi	Cepat rambat bunyi secara umum	Mengevaluasi cepat rambat bunyi pada gas helium					√		4	2
			Mengevaluasi hubungan cepat rambat dengan suhu					√		12	
3.	Sumber bunyi	Dawai	Menganalisis cepat rambat gelombang bunyi pada				√			3	2

4.	Resonansi	Konsep resonansi	Mengevaluasi konsep resonansi pada tabung berisi cairan dengan tinggi yang berbeda					√		10	1
5.	Layangan Bunyi	Pelayangan	Menganalisis layangan bunyi dari sumber bunyi				√			11	1
6.	Intensitas bunyi		Menganalisis intensitas				√			1	2

		Konsep Intensitas Bunyi	bunyi pada kehidupan sehari-hari								
			Mengevaluasi sebab akibat dari suatu pernyataan intensitas				√		7		
7.	Taraf Intensitas	Hubungan Intensitas dan Taraf Intensitas	Menganalisis hubungan antara intensitas dan taraf intensitas			√			2		1

8.	Efek Doppler	Teori Efek Doppler	Mengevaluasi kriteria teori Efek Doppler					√		6	1
----	--------------	--------------------	------------------------------------------	--	--	--	--	---	--	---	---

Keterangan :

C1 : Mengingat

C2 : Memahami

C3 : Aplikasi

C4 : Analisis

C5 :Evaluasi

C6: Mengkreasikan

Lampiran 6

Soal Uji Coba

Mata Pelajaran	: Fisika
Materi Pokok	: Gelombang Bunyi
Waktu	: 90 menit
Disusun oleh	: Ayuni Dinda Pertiwi
Nama	:
Kelas/No	:
Sekolah	:

Petunjuk pengerjaan soal

1. Isilah lembar jawaban yang telah disediakan dengan jawaban tepat dan benar.
2. Tulislah identitas peserta secara lengkap dan jelas pada lembar jawaban bagian pojok kanan atas.
3. Perhatikan seluruh soal dengan cermat, jika terdapat soal yang kurang jelas tanyakan pada pengawas ruangan.
4. Kerjakan soal yang lebih mudah terlebih dahulu
5. Kerjakan soal secara mandiri.
6. Waktu pengerjaan soal 2×45 Menit

Kerjakan soal berikut dengan tepat dan benar!

1. Desy, Indah, dan Arum merupakan seorang penyanyi dengan taraf intensitas masing-masing 80

dB, 100 dB, dan 120 dB. Suatu hari, mereka mencoba memecahkan sebuah gelas anggur dengan suara yang mereka miliki secara langsung/tanpa penguat suara. Setelah mereka melakukan percobaan, didapatkan hasil bahwa hanya suara Arum yang mampu membuat gelas anggur dihadapannya pecah. Intensitas suara yang mereka keluarkan dalam percobaan ini. Diketahui bahwa untuk memecahkan sebuah gelas anggur manusia harus mempunyai intensitas suara minimal 105 dB. Dari percobaan yang mereka lakukan, jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

- a. Mengapa gelas anggur dihadapan Arum bisa pecah hanya karena suara manusia?
- b. Mengapa gelas anggur yang dimiliki Desy dan Indah tidak dapat pecah dengan suara mereka?
- c. Apabila gelas anggur diganti dengan menggunakan gelas lain yang dapat pecah dengan intensitas suara minimal 95 dB. Suara siapa sajakah yang dapat membuat gelas baru ini menjadi pecah ?
- d. Jelaskan mengapa hal ini dapat terjadi!

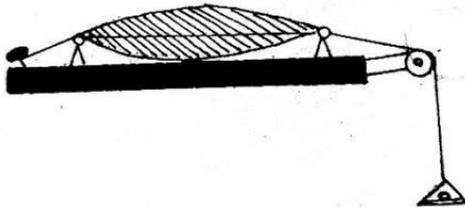
2. Perhatikan tabel berikut !

Sumber bunyi	Taraf intensitas
Suara srigala mengaung	40 dB
Suara sirine polisi	60 dB
Suara petir	120 dB

Sebuah mesin truk menghasilkan taraf intensitas bunyi sebesar $TI = 20 \text{ dB}$ ($I_0 = 10^{-12} \text{ watt.m}^2$). Jika jumlah truk ditambah sebanyak 10.000 buah maka akan menghasilkan taraf intensitas yang sama dengan sebuah sirine mobil polisi. Berikut disajikan hubungan antara intensitas dengan taraf intensitas. Tentukan pernyataan yang tepat dan jelaskan !

- Semakin besar taraf intensitasnya maka semakin kecil intensitasnya
 - Semakin besar taraf intensitasnya maka semakin besar intensitasnya
 - Semakin besar taraf intensitasnya maka semakin sedikit jumlah suara yang dibutuhkan
 - Semakin besar taraf intensitasnya maka semakin banyak jumlah suara yang dibutuhkan
3. Hana melakukan percobaan di laboratorium fisika untuk menganalisis cepat rambat bunyi pada

sebuah benda. Hana menggunakan seutas senar yang memiliki Panjang 2 m dan bermassa 1 gr. dalam percobaan tersebut, bela menggantung beban 1 kg pada salah satu ujung senar yang dilewatkan melalui sebuah katrol seperti ditunjukkan pada gambar. Jika gravitasi 10 m/s^2 , maka hitunglah cepat rambat gelombang bunyi dalam senar tersebut apabila massa senar diperbesar 2x kali semula! Berikan kesimpulan dari hasil percobaan tersebut.



4. Muza menghirup gas helium. Menurutnya setelah menghirup helium, nada suaranya menjadi lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena cepat rambat bunyi pada gas helium semakin besar, yang mengakibatkan frekuensi suara pada muza juga semakin tinggi. Menurutmu apakah pendapat muza sudah benar? Jelaskan!
5. Yudi adalah seorang gitaris professional. Ia memberikan tegangan sebesar 50 Newton pada senar bermassa 1,5 gram dengan panjang 50 cm.

Panjang setiap pola gelombang yang terbentuk di senar adalah 1 m. Tegangan yang diberikan diharapkan mampu membuat senar berfrekuensi 100 Hz saat dipetik. Menurutmu, apakah tegangan yang diberikan tepat untuk menghasilkan frekuensi yang diinginkan? Jika tidak berikanlah solusi agar senar yang dipetik yudi bisa menghasilkan frekuensi sebesar 100 Hz.

6. Perhatikan pernyataan di bawah ini
 - a. Frekuensi bunyi dari sumber bunyi oleh pendengar akan terdengar bertambah jika sumber bunyi mendekati pendengar dan pendengar diam.
 - b. Frekuensi bunyi dari sumber bunyi oleh pendengar akan terdengar bertambah jika sumber diam dan pendengar mendekati sumber.
 - c. Frekuensi bunyi dari sumber bunyi oleh pendengar akan terdengar berkurang jika pendengar diam dan sumber bergerak menjauh.
 - d. Frekuensi bunyi dari sumber bunyi oleh pendengar akan terdengar berkurang jika sumber bunyi dan pendengar diam.

Apakah pernyataan diatas semua benar ? Berikan penjelasannya sesuai Teori Efek Doppler!

7. Intensitas bunyi pada bidang bola yang berpusat di sumber bunyi berbanding lurus dengan kuadrat dengan jari-jarinya.

SEBAB

Luas permukaan bola berbanding lurus dengan kuadrat jari-jarinya.

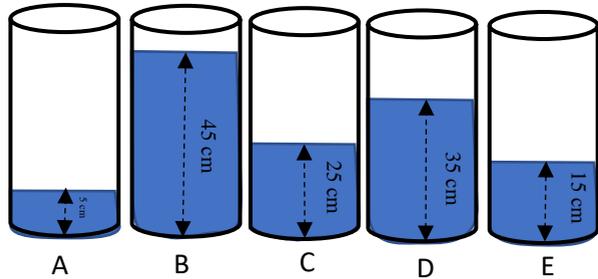
Pilihlah pernyataan yang tepat untuk kasus sebab akibat tersebut dan berikan penjelasannya!

- a. Pernyataan benar dan alasan salah
 - b. Pernyataan benar dan alasan benar
 - c. Pernyataan salah dan alasan benar
 - d. Pernyataan salah dan alasan salah
 - e. Pernyataan dan alasan tidak bernilai
8. Terdapat dua pipa organa, pipa organa terbuka (A) dan pipa organa tertutup (B) ditiup secara bersamaan. Ternyata frekuensi nada dasar pipa organa (A) sama dengan frekuensi nada atas pertama pipa organa (B) Tentukan pernyataan berikut yang benar dan berikan penjelasannya!



- a. Frekuensi pipa organa A sama dengan frekuensi pipa organa B
 - b. Frekuensi pipa organa A setengah kali frekuensi pipa organa B
 - c. Frekuensi pipa organa B satu setengah kali frekuensi pipa organa A
 - d. frekuensi pipa organa B 2 kali frekuensi pipa organa A
9. Ali seorang penyelam professional yang menyelam di lautan. Ali akan pergi menyelam ke lautan yang belum pernah dia selami. Ali ingin menyelam sampai ke dasar dan dia belum mengetahui berapa kedalaman laut tersebut. Kemudian dia menggunakan sebuah kapal yang dilengkapi dengan sistem sonar untuk mengukur kedalaman laut. Bagaimana prinsip kerja dari sistem sonar pada mengukur kedalaman laut ?
10. Seorang siswa akan melakukan sebuah percobaan dengan menggunakan sebuah garpu yang didekatkan dengan beberapa tabung yang

berukuran 0,6 m dan berisi air yang memiliki jarak permukaan air ke ujung tabung yang berbeda seperti pada gambar dibawah.



Jika kecepatan bunyi diudara adalah 340 m/s, perhatikan pernyataan dibawah ini :

- Air pada tabung A naik empat kali dari semula maka resonansi akan lebih kecil dari air pada tabung C
- Air pada tabung B berkurang sebanyak setengah kali semula maka resonansi akan sama dengan air pada tabung C
- Air pada tabung C naik dua kali dari semula maka resonansi akan lebih besar dari air pada tabung B

d. Air pada tabung D berkurang satu setengah dari semula maka resonansi akan sama dengan air pada tabung A

Tentukan dan jelaskan pernyataan yang benar berdasarkan konsep dari resonansi!

11. Dua sumber bunyi diam A dan B memancarkan bunyi dengan frekuensi sama 374 Hz. Pengamat C berada di antara ($v=340$ m/s). jika C bergerak mendekati A dengan kecepatan 10 m/s. Berapakah layangan bunyi yang dapat terdengar oleh pengamat ?

12. Perhatikan hasil percobaan cepat rambat gelombang bunyi di udara pada bagian suhu berikut!

Suhu udara (° C)	Laju bunyi (m/s)
0	331
15	335
20	343
30	349

Berdasarkan hasil observasi yang telah anda lakukan, apakah tabel tersebut dapat digunakan untuk menarik kesimpulan bahwa cepat rambat gelombang bunyi akan meningkat pada suhu tinggi? Berikan kesimpulan sesuai hasil observasi anda!

Lampiran 7

Pembahasan Soal dan Penskoran Uji Coba

No	Langkah Penyelesaian	Skor	Total
1	a. Gelas anggur dihadapan Arum bisa pecah menjadi beberapa bagian karena intensitas suara Arum lebih besar dari 105 dB, yaitu 120 dB.	3	20
		5	
	b. Gelas anggur yang dimiliki Desy dan Indah tidak dapat pecah dengan suara mereka karena suara yang mereka keluarkan berada di bawah intensitas minimal yang diperlukan untuk memecahkan gelas.	5	
		7	
	c. Suara Indah dan Arum mampu untuk memecahkan gelas yang baru, hal ini karena intensitas suara mereka lebih dari intensitas minimal yang dibutuhkan untuk		

memcahkan gelas yang baru yaitu lebih dari 95 dB.

- d. Sebuah benda dapat dipecahkan hanya dengan menggunakan suara manusia apabila intensitas suara yang dikeluarkan lebih besar dari intensitas minimal benda tersebut untuk pecah. Dalam hal ini, intensitas suara Arum lebih tinggi dibanding intensitas minimal gelas anggur, sehingga partikel-partikel dalam gelas mampu untuk bergetar. Partikel dalam gelas bergetar dengan sangat kuat dan tidak mampu lagi menyatu, sehingga membuat gelas retak bahkan pecah menjadi beberapa bagian. Intensitas suara Desy dan Indah masih jauh di bawah intensitas minimal gelas untuk pecah, sehingga

	<p>tidak mampu untuk menggetarkan partikel-partikel penyusun gelas apalagi memecahkan gelas anggur tersebut menjadi beberapa bagian. Apabila gelas diganti dengan gelas baru yang mempunyai intensitas minimal untuk pecah yang berbeda, maka siapapun dapat memecahkan gelas tersebut dengan syarat intensitas suara yang dikeluarkan harus lebih besar dari intensitas minimal gelas yang baru</p>		
2	<p>Penyelesaian :</p> $TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$ <p>Truk</p> $TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $20 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$	5	15
		10	

$$2 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\text{anti log } 2 = \frac{I}{10^{-12}}$$

$$I = 10^2 10^{-12}$$

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

Srigala

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

$$40 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$4 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\text{anti log } 4 = \frac{I}{10^{-12}}$$

$$I = 10^4 10^{-12}$$

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

Petir

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

$$120 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

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

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

$$I = 10^{12} 10^{-12}$$

$$I = 10^0 = 1$$

$$Tl_1 = T_2 + 10 \log n$$

Truk

$$Tl_1 = T_2 + 10 \log n$$

$$60 = 20 + 10 \log n$$

$$40 = 10 \log n$$

$$\log n = 4$$

$$n = 10^4$$

Srigala

$$Tl_1 = T_2 + 10 \log n$$

$$60 = 40 + 10 \log n$$

$$20 = 10 \log n$$

$$\log n = 2$$

$$n = 10^2$$

Petir

$$Tl_1 = T_2 + 10 \log n$$

$$60 = 120 + 10 \log n$$

$$-120 = 10 \log n$$

$$-12 = \log n$$

$$n = 10^{-12}$$

$$Tl_1 = T_2 + 10 \log n$$

Dari perhitungan dengan rumus diatas maka dapat diperoleh data sebagai berikut:

	Sumber	I	TI	n			
	Truk	10^{-10}	20	10^4			
	Srigala	10^{-8}	40	10^2			
	Mobil	10^{-6}	60	1			
	Petir	0	120	10^{-12}			
	Maka pernyataan yang benar adalah B dan C						
3	<p>Diketahui :</p> <p>$l_{\text{kawat}} = 2 \text{ m}$</p> <p>$m_{\text{kawat}} = 1 \text{ gram} = 10^{-3} \text{ kg}$</p> <p>$m_b = 1 \text{ kg}$</p> <p>Ditanya : v ... ?</p> <p>Dijawab :</p> $\mu = \frac{\text{massa kawat}}{\text{panjang kawat}}$ $\mu = \frac{2 \cdot 1 \times 10^{-3}}{2}$ $\mu = 1 \times 10^{-4} \text{ kg/m}$ $F = 1 \times 10 = 10 \text{ N}$ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ $v = \sqrt{\frac{10}{1 \times 10^{-3}}}$				5		
					5		
						15	

	<p style="text-align: center;">$v = 100\text{m/s}$</p> <p>Jadi cepat rambat gelombang bunyi dalam senar tersebut sebesar 100m/s. Kesimpulannya jika massa kawat semakin besar, maka cepat rambat benda semakin berkurang.</p>		
4	<ul style="list-style-type: none"> • Tinggi rendahnya nada/suara ditentukan oleh frekuensinya Frekuensi memiliki hubungan dengan variabel panjang gelombang dan cepat rambat gelombang, yaitu mengikuti persamaan $f = \frac{v}{\lambda}$. • Sehingga dapat dikatakan cepat rambat dan panjang gelombang juga mempengaruhi tinggi rendahnya nada • Sehingga pada fenomena berubahnya suara Moza menjadi lebih tinggi adalah karena gas helium menyebabkan perubahan cepat 	5 5 5	15

	<p>rambat bunyi di gas helium semakin besar, sehingga membawanya pada perubahan frekuensi semakin tinggi.</p>		
5	<p>Diketahui :</p> <p>$T = 50 \text{ N}$</p> <p>$m_{\text{senar}} = 1,5 \text{ gram} = 0,0015 \text{ kg}$</p> <p>$l_{\text{senar}} = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$</p> <p>$\lambda = 1 \text{ m}$</p> <p>$f = 100 \text{ Hz}$</p> <p>Ditanya : apakah tegangan yang diberikan mampu memberikan frekuensi 100 Hz</p> <p>Dijawab :</p> $v = \lambda f$ $v = \sqrt{\frac{Tl}{m}}$ $T = \frac{m(\lambda f)^2}{l}$ $50 = \frac{0,0015 \times (1 \times 100)^2}{0,5}$ $50 = \frac{0,0015 \times 10000}{0,5}$ <p>$50 \text{ N} \neq 30 \text{ N}$</p>	<p>5</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>5</p> <p>5</p>	<p>20</p>

	Jadi tegangan yang diberikan pada senar kurang tepat untuk menghasilkan frekuensi 100 Hz, tegangan yang tepat untuk menghasilkan frekuensi 100 hz sebesar 30 N.		
6	<p>Penyelesaian :</p> <p>v_s = bernilai positif (+) jika sumber bunyi menjahui pendengar</p> <p>v_s = bernilai negatif (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar</p> <p>v_p = bernilai positif (+) jika pendengar mendekati bunyi</p> <p>v_p = bernilai negatif (-) jika pendengar menjahui sumber bunyi</p> <p>Dengan sistematika</p> $f_p = \frac{v \pm v_s}{v \pm v_s} f_s$ <p>Jadi dari pernyataan tersebut yang benar adalah A, B, dan C</p>	5	10
7	Intensitas bunyi adalah besar energi bunyi tiap satuan waktu tiap satuan luas yang datang tegak		10

	<p>Nah, waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk bergerak turun ke bawah hingga memantul lagi dan kembali ke atas itulah yang akan dihitung untuk mendapatkan jarak kedalaman laut. Dalam sistematisnya dapat ditulis :</p> $2h = vt$		
10	<p>Penyelesaian :</p> $l_n = \left(\frac{2n-1}{4}\right) \lambda$ <p>Dapat dilihat dari gambar tersebut bahwasannya ukuran tabung tidak mempengaruhi resonansi bunyi. Semakin sedikit air pada tabung maka semakin besar resonansi tabung tersebut.</p> <p>Maka pernyataan yang benar adalah C dan D</p>	5 5	10
11	<p>Penyelesaian :</p> <p>Diketahui :</p> $f_a = f_b = f_s = 374 \text{ Hz}$ $v = 340 \text{ m/s}$	5	20

	digunakan untuk menarik kesimpulan bahwa cepat rambat gelombang bunyi di udara akan semakin meningkat pada suhu tinggi. Hasil percobaan pada tabel tersebut sudah sesuai dengan konsep cepat rambat gelombang bunyi		
TOTAL SKOR			170

Lampiran 8

Data Kelas Uji Coba

NO	NAMA	KODE
1	ALLYA MAULIDA	U-1
2	ALPHECCA SANG EUNIKE	U-2
3	ANDINI DWI WULANDARI	U-3
4	AQILA DINA VISMARA	U-4
5	ARELLA WAHYU DHESMIANTI	U-5
6	ASYFA NABILA ATHA INDRIANI	U-6
7	AZKA LUTFIAH ALWAN	U-7
8	BAGUS KRESNA AJI LUTHFI	U-8
9	BAYU RAMADHAN	U-9
10	CHINDE MARCHTRIANA NABIGH	U-10
11	DEA AYU ANINDIA	U-11
12	DINI PRATIKASARI	U-12
13	EVA AYU MAHARANI	U-13
14	FAREL VEGA ARVILA YANNO	U-14
15	FEBBYANA FINISHA	U-15
16	FITRIZA CHAIRUN NISSA	U-16
17	GAMALIEL CARLITO EL FERRA	U-17
18	GANIS YESA NUGRAHA	U-18
19	HIDHAYAH ANGGUN	U-19
20	ISNANI BAID MAULIDA PUTRI	U-20
21	MADINA ZAHRA WIJAYA	U-21
22	MOHAMAD ILHAM	U-22
23	MOHAMMAD NUR'ALIMUL	U-23
24	MUHAMMAD BRYAN D'YOGA	U-24

25	MUHAMMAD MIRZA RUZAIN	U-25
26	MUTIA ARIFA CHOIRUNISA	U-26
27	NUR ALFIYATUL IZZAH	U-27
28	PRAMESTHI PINASTHIKA	U-28
29	RAFELLA NUR AFIAN TI	U-29
30	REVANO DIDIT SUDIBYO	U-30
31	SACHIO KHAFIDH HAKIM	U-31
32	SA'DAN ALLA HAKAM	U-32
33	SEN ARYA CHRISAMUEL	U-33
34	SONIA SAFITRI ANGGRAIN I	U-34
35	WIDHI MELANI NABIILAH	U-35
36	ZHAFIRAH NAIARA SALSABIL	U-36
37	ALLAN INDRA BAGASKARA	U-37
38	ANGELLINA JESSE OKTAVIAN I	U-38
39	ARYA PRATAMA SURIAWIBOWO	U-39
40	ARZIQA NABILA JASMINE	U-40
41	AULIA CANTIKA SARDJONO	U-41
42	B. TITIS HERALSA	U-42
43	BULAN PRAMESTYA	U-43
44	CLARADITHA AYU SHAUMA	U-44
45	CLAUDIA MONA RIZKY	U-45
46	DAFFA OKTAVIA AYULARASATI	U-46
47	DEVALDO RASENDRIA	U-47
48	DIMAS FAKHRIDZA	U-48
49	ETIKA WULANDARI	U-49
50	FARRAS HIBATULLAH	U-50
51	JESSICA YODYA AL-ISLAM Y	U-51
52	KINASIH ELYUNESIA AZAHRA	U-52

53	KRISNA EKA PRASETYA	U-53
54	LUTFIYAH AMIN	U-54
55	MAHARANI CAHYA PRATIWI	U-55
56	MAXENTIA KATHLEEN	U-56
57	MAYLA KURNIA MAHARANI	U-57
58	MUHAMMAD AL FARIZA ARIZQI	U-58
59	MUHAMMAD TAQIYYUDDIN	U-59
60	MUHAMMAD ZIKRA ERLANGGA	U-60
61	NABIGHA OPHELIA PUTRI	U-61
62	NAGITA SAVANA ZULFA	U-62
63	NAHSYA ADHE TIARA	U-63
64	RANGGA MAULAN WICAKSANA	U-64
65	RB. DHAFI RAHADYAN	U-65
66	ROLESTA RAHMA WULANDARI	U-66
67	TALITHA KHALISHAH HANUM	U-67
68	YOGA RAMADHAN	U-68
69	YULIA NADHILA PUTERI	U-69
70	ZWETA BINTANG PRAMESTI	U-70

Lampiran 9

Hasil Lembar Jawab Soal Uji Coba

NO	NAMA	KELAS (XII)	No Butir Soal												TOTAL
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	ALLYA MAULIDA	MIPA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	ALPHECCA SANG	MIPA 2	20	7	0	7	0	10	10	5	10	0	0	0	69
3	ANDINI DWI	MIPA 2	20	7	10	7	0	5	0	0	0	0	5	10	64
4	AQILA DINA	MIPA 2	20	0	5	7	0	5	10	0	0	5	0	10	62
5	ARELLA WAHYU	MIPA 2	20	7	0	7	13	5	0	0	0	0	5	5	62
6	ASYFA NABILA	MIPA 2	11	7	10	7	8	5	0	0	0	0	3	0	51
7	AZKA LUTFIAH	MIPA 2	20	7	10	10	5	5	0	0	10	0	5	5	77
8	BAGUS KRESNA	MIPA 2	20	5	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	34
9	BAYU RAMADHAN	MIPA 2	8	0	10	7	8	5	0	0	10	0	20	0	68
10	CHINDE MARCHTRIANA	MIPA 2	20	5	0	0	5	5	0	0	0	0	5	10	50

11	DEA AYU ANINDIA	MIPA 2	15	7	10	7	8	0	5	0	0	0	5	0	57
12	DINI PRATIKASARI	MIPA 2	8	7	10	7	8	5	0	0	10	0	20	0	75
13	EVA AYU MAHARANI	MIPA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	FAREL VEGA ARVILA	MIPA 2	20	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	29
15	FEBBYANA FINISHA	MIPA 2	20	0	5	0	10	10	0	7	5	5	0	5	67
16	FITRIZA CHAIRUN	MIPA 2	20	7	0	7	0	10	10	0	10	0	0	10	74
17	GAMALIEL CARLITO	MIPA 2	20	5	0	5	0	0	0	0	10	0	0	0	40
18	GANIS YESA NUGRAHA	MIPA 2	13	5	10	7	8	10	0	0	0	0	0	0	53
19	HIDHAYAH ANGGUN TRI	MIPA 2	20	7	10	7		10	0	0	0	0	5	10	69
20	ISNANI BAID MAULIDA	MIPA 2	20	0	0	5	5	5	0	0	10	0	0	5	50

21	MADINA ZAHRA WIJAYA	MIPA 2	20	7	0	7	0	10	0	0	0	0	5	0	49
22	MOHAMAD ILHAM	MIPA 2	20	7	0	5	0	10	0	0	5	0	0	0	47
23	MOHAMMAD NUR'ALIMUL	MIPA 2	18	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	32
24	MUHAMMAD BRYAN	MIPA 2	20	0	5	0	5	7	0	0	3	5	0	0	45
25	MUHAMMAD MIRZA	MIPA 2	20	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	25
26	MUTIA ARIFA CHOIRUNISA	MIPA 2	8	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	18
27	NUR ALFIYATUL IZZAH	MIPA 2	20	7	0	7	0	10	0	0	0	0	5	0	49
28	PRAMESTHI PINASTHIKA	MIPA 2	8	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0	5	23
29	RAFELLA NUR AFIANTI	MIPA 2	20	0	0	0	5	0	5	0	5	0	0	0	35
30	REVANO DIDIT SUDIBYO	MIPA 2	20	5	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	38

31	SACHIO KHAFIGH HAKIM	MIPA 2	20	0	0	7	0	5	0	0	0	0	0	5	37
32	SA'DAN ALLA HAKAM	MIPA 2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	18
33	SEN ARYA CHRISAMUEL	MIPA 2	15	0	0	10	0	5	0	0	10	0	0	5	45
34	SONIA SAFITRI ANGGRAINI	MIPA 2	20	7	10	10	5	5	0	0	0	0	5	5	67
35	WIDHI MELANI NABIILAH	MIPA 2	20	0	10	5	8	10	0	0	5	0	0	10	68
36	ZHAFIRAH NAIARA	MIPA 2	20	7	0	0	5	5	0	0	10	5	0	0	52
37	ALLAN INDRA	MIPA 3	13	5	0	5	0	0	0	0	10	0	0	0	33
38	ANGELLINA JESSE	MIPA 3	5	5	10	10	20	5	10	0	10	0	0	0	75
39	ARYA PRATAMA	MIPA 3	20	10	10	0	20	10	0	0	0	0	20	0	90
40	ARZIQA NABILA	MIPA 3	20	0	0	5	0	5	0	0	10	0	20	0	60
41	AULIA CANTIKA	MIPA 3	15	0	0	5	0	0	0	0	0	0	20	0	40

Lampiran 10

Perhitungan Validitas Butir Soal

Uji validitas butir soal menggunakan Microsoft excel dengan rumus :

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N\sum X^2 - (\sum X)^2)(N\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Keterangan:

r_{xy} : koefisien korelasi antara variabel X dan Y

N : jumlah peserta test

X : skor tiap butir soal

Y : skor total tiap butir soal

Sampel uji coba instrument soal sebanyak 70 siswa, maka nilai dk=69. Nilai r tabel = 1, pada setiap butir soal.

Kriteria

Apabila $r_{xy} > r_{tabel}$ maka butir soal valid

Reliabilitas r_{11}	Kriteria
$0,80 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 \leq r_{xy} < 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} < 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah

$$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$$

Sangat rendah

Tabel hasil validasi butir soal

NO	R HITUNG	R TABEL	KRITERIA	KETERANGAN
1	0,499	0,198	valid	dapat digunakan
2	0,339	0,198	valid	dapat digunakan
3	0,452	0,198	valid	dapat digunakan
4	0,450	0,198	valid	dapat digunakan
5	0,527	0,198	valid	dapat digunakan
6	0,601	0,198	valid	dapat digunakan
7	0,422	0,198	valid	dapat digunakan
8	0,342	0,198	valid	dapat digunakan
9	0,390	0,198	valid	dapat digunakan
10	0,119	0,198	tidak valid	tidak dapat digunakan
11	0,540	0,198	valid	dapat digunakan
12	0,334	0,198	valid	dapat digunakan

Lampiran 11

Perhitungan Reliabilitas Butir Soal

Uji reliabilitas butir soal menggunakan Microsoft excel dengan rumus :

$$r_{11} = \left[\frac{n}{n-1} \right] \left[\frac{\sum s_i^2}{s_i^2} \right]$$

Keterangan :

n = banyaknya butir item yang dikeluarkan dalam tes

1 = bilangan konsta

s_i^2 = varian total

$\sum s_i^2$ = jumlah varian skor dari tiap-tiap butir item

r_{11} = koefisien reliabilitas test

Kriteria

Apabila $r_{xy\text{hitung}} \geq r_{xy\text{tabel}}$ maka butir soal reliabilitas

Reliabilitas r_{11}	Kriteria
$0,80 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 \leq r_{xy} < 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} < 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$	Sangat rendah

NO SOAL	VARIANS
1	36,65755694
2	11,20828157
3	17,7484472
4	14,22877847
5	29,95566922
6	14,60538302
7	12,71221532
8	6,592339545
9	21,65714286
10	3,105590062
11	56,06645963
12	13,54037267
Total Varians	238,0782365

$$r_{11} = \frac{238,078}{1298} = 0,18$$

Taraf signifikan 0,05 sehingga $\alpha = 0,198$, maka $r_{xy\text{hitung}} \geq r_{xy\text{tabel}}$

Dengan nilai acuan 0,7 maka diperoleh kriteria tinggi pada uji reliabilitas.

Lampiran 12

Perhitungan Daya Pembeda Butir Soal

Uji daya pembeda butir soal menggunakan Microsoft excel dengan rumus

$$DP = \frac{\bar{x}_{KA} - \bar{x}_{KB}}{\text{skor maksimum soal}}$$

Keterangan :

D = Daya Beda suatu butir soal

\bar{x}_{KA} = Rata- rata kelas atas

\bar{x}_{KB} = Rata-rata kelas bawah

Daya pebeda	Keterangan
$0,00 \leq DB \leq 0,20$	Jelek
$0,20 < DB \leq 0,40$	Sedang
$0,40 < DB \leq 0,270$	Baik
$0,70 \leq DB \leq 1,00$	Sangat baik

Tabel nilai daya beda butir soal

No. Soal	Nilai DB	Klasifikasi
1	0,522	Baik
2	0,582	baik
3	0,246	cukup
4	0,523	baik
5	0,118	Jelek
6	0,456	Baik

7	0,378	Cukup
8	0,487	baik
9	0,567	baik
10	0,040	Jelek
11	0,545	Baik
12	0,156	Jelek

Lampiran 13

Perhitungan Tingkat Kesukatan Butir Soal

Uji tingkat kesukaran butir soal menggunakan Microsoft excel dengan rumus

$$DK = \frac{\text{Mean}}{\text{Skor maksimal yang ditetapkan}}$$

Keterangan :

DK = Daya Kesukaran

Mean = rata-rata

Klasifikasi tingkat kesukaran soal masuk kedalam tiga katagori

Indeks tingkat kesukaran	Interprestasi
$0,00 \leq DK \leq 0,30$	Sukar
$0,3 \leq DK < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq DK \leq 1,00$	Mudah

No. soal	Rata-rata	Skor maksimum	TK	Kriteria
1	15,543	20.000	0,777	Mudah
2	3,743	15.000	0,187	Sukar
3	2.292	15.000	0,146	Sukar
4	4,789	15.000	0,239	Sukar
5	3,319	20.000	0,166	Sukar
6	4,343	10.000	0,217	Sukar
7	1,571	10.000	0,079	Sukar
8	0,957	15.000	0,048	Sukar
9	4,229	10.000	0,211	Sukar
10	0,714	10.000	0,036	Sukar
11	4,614	20.000	0,231	Sukar
12	2,286	10.000	0,114	sukar

Lampiran 14

Data Siswa Kelas Eksperimen

NO	KODE	NAMA
1	E-01	ABHINAYA WARIH NAYOTTAMA
2	E-02	ADHE RULLI WAHYU SAPUTRA
3	E-03	ADINDA SEKAR AYU CATUR
4	E-04	ADINDA ZAZABILAH NEVI PUTRI
5	E-05	ADIS FADILLA WAHYUNINGTYAS
6	E-06	ADITHYA ARYANDA RIZKY
7	E-07	ADITYA ANANDIRA ROSSI
8	E-08	AFZAL MUHAMMAD FAYYAZ
9	E-09	AHBAR RAMADHANI
10	E-10	AHMAD DWI FITHRANTO
11	E-11	AHMAD NAUFAL TEDJAKUSUMA
12	E-12	AISYAH BRILIANTI PUTRI
13	E-13	AISYANA CHURIN NIDA
14	E-14	ANGKASAWAN RIDHO RABBANI
15	E-15	ASYRAT AL AYUBI NAFI
16	E-16	CHELSEA DIF'A AULIYA AZ-ZAHRA
17	E-17	CITRA PUTRI ROSITA
18	E-18	DAFINA SANDIA NUR KAMALINA
19	E-19	DEVITA MUTIARA PUTRI
20	E-20	JAVA RIDHO MUKTI
21	E-21	JIHAN RIFQA SHELOMITHA
22	E-22	JUNITZAL RIFKY ADE NURFIAN
23	E-23	LAYLA ASTI AISYA AN-NAFI'A
24	E-24	MONITA SUPRIYONO
25	E-25	MUHAMMAD HEAVEN BAGUS RAJAWAN

26	E-26	MUHAMMAD RAFAEL ANANTA
27	E-27	MUTIARA LALITA SYAHDA
28	E-28	NAJLA LADISYA SARI
29	E-29	NAJZOLA FERLYANDA ZAHIRA
30	E-30	NASYWAA PUTRIA DHIYANDRA
31	E-31	RR. WAHIDAH NAFRIDALIA
32	E-32	SHAFIRA NAEBELLA KHOIRUNNISAA'
33	E-33	SHIFA DAVININDA YULSHA
34	E-34	SYAHDILA YUNiar RISDARANI
35	E-35	VIONA ARAIHAN PUTRI
36	E-36	ZIDHAN MAHESA ADITRIYA RUMARNA

Lampiran 15

Data Soal Kelas Kontrol

NO	KODE	NAMA
1	K-01	ADIYASA SAMUEL PRATAMA
2	K-02	ANGEL AGNESSHINDA SWITALOVA PARIRIAN
3	K-03	AQILA ZAHRA GENDHIS ANUGRAHENI
4	K-04	AYSAH KURNIAWATI
5	K-05	DANIA TARA MAHARANI
6	K-06	DENDY ASMARAJATI
7	K-07	DEVIN ATHALLAH PUTRA UTHAMA
8	K-08	ERIKA NUR AMALIA
9	K-09	FRANSISKA XAVERIA EMANUELA
10	K-10	JIHAN RAFIFA AZZHARA
11	K-11	KALVIN ALLAN DAFFA YUSTISIA
12	K-12	MALVA EMIRIA WANDA ZAHIRA
13	K-13	MUHAMMAD DAVA AZFAR RAMADHAN
14	K-14	MUHAMMAD FELANO ALZAMORA DIAZ
15	K-15	MUTIARA PERMATA SARI
16	K-16	NAEIYA ZAHRA PADMASUCI
17	K-17	RADITYA EKA DONI DANISWARA
18	K-18	RAFFI KHANZA DEWANTARA
19	K-19	RAHMA NUR AULIA
20	K-20	REGITA ARTIKA NUGROHO
21	K-21	SAFIRA INENDAPUTRI
22	K-22	SAFIRA ZAHRA ASSHIFA
23	K-23	SALWA AURELIA
24	K-24	SAMUEL FAJAR KURNIAWAN
25	K-25	SELPHA RIDHA PRASETYO PUTRI
26	K-26	SHAFIRA RAMANIYA PUTRI

27	K-27	SYAHRIE ANANDA SHAREZA MAHENDRA
28	K-28	SYANDANA NUR ALFIANTA PUTRA YUHITA
29	K-29	TALITHA SHELIMA AYU SIWADARMA
30	K-30	THEOFILUS BAGAS SASONGKO
31	K-31	WIRA SURYA CENDIKIA
32	K-32	YEHEZKIEL PUTRA DJATI LAKSONO
33	K-33	YUNANDIKA ABIL SATRIA HERNAWAN
34	K-34	YUSUF SATRIA WINARYO
35	K-35	ZAHRA NABILAH
36	K-36	ZASQIYA AMBAR CHAMIDAH

Lampiran 16

Soal Pretest Dan Posttest Keterampilan Berfikir Kritis

Mata Pelajaran	: Fisika
Materi Pokok	: Gelombang Bunyi
Waktu	: 90 menit
Disusun oleh	: Ayuni Dinda Pertiwi

Petunjuk pengerjaan soal

1. Isilah lembar jawaban yang telah disediakan dengan jawaban tepat dan benar.
2. Tulislah identitas peserta secara lengkap dan jelas pada lembar jawaban bagian pojok kanan atas.
3. Perhatikan seluruh soal dengan cermat, jika terdapat soal yang kurang jelas tanyakan pada pengawas ruangan.
4. Kerjakan soal yang lebih mudah terlebih dahulu
5. Kerjakan soal secara mandiri.
6. Waktu pengerjaan soal 2×45 Menit

Kerjakan soal berikut dengan tepat dan benar!

1. Perhatikan tabel berikut !

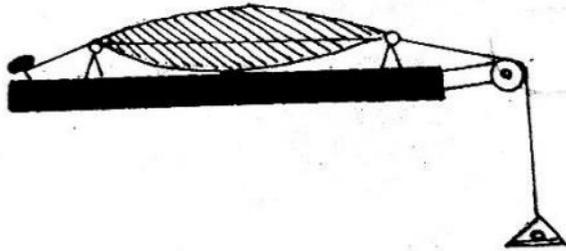
Sumber bunyi	Taraf intensitas
Suara srigala mengaung	40 dB

Suara sirine polisi	60 dB
Suara petir	120dB

Sebuah mesin truk menghasilkan taraf intensitas bunyi sebesar $TI = 20 \text{ dB}$ ($I_0 = 10^{-12} \text{ watt.m}^2$). Jika jumlah truk ditambah sebanyak 1.000 buah maka akan menghasilkan taraf intensitas yang sama dengan sebuah sirine mobil polisi. Berikut disajikan hubungan antara intensitas dengan taraf intensitas. Tentukan pernyataan yang tepat dan jelaskan !

- a. Semakin besar taraf intensitasnya maka semakin kecil intensitasnya
 - b. Semakin besar taraf intensitasnya maka semakin besar intensitasnya
 - c. Semakin besar taraf intensitasnya maka semakin sedikit jumlah suara yang dibutuhkan
 - d. Semakin besar taraf intensitasnya maka semakin banyak jumlah suara yang dibutuhkan
2. Hana melakukan percobaan di laboratorium fiiska untuk menganalisis cepat rambat bunyi pada sebuah benda. Hana menggunakan seutas senar yang memiliki Panjang 2m dan bermassa 1g. dalam percobaan tersebut, bela menggantung beban 1kg pada salah satu ujung senar yang dilewatkan melalui sebuah katrol seperti ditunjukkan pada

gambar. Jika gravitasi 10m/s^2 , maka hitunglah cepat rambat gelombang bunyi dalam senar tersebut apabila massa senar diperbesar 2x kali semula! Berikan kesimpulan dari hasil percobaan tersebut.



3. Muza menghirup gas helium. Menurutnya setelah menghirup helium, nada suaranya menjadi lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena cepat rambat bunyi pada gas helium semakin besar, yang mengakibatkan frekuensi suara pada muza juga semakin tinggi. Menurutmu apakah pendapat muza sudah benar? Jelaskan!
4. Yudi adalah seorang gitaris professional. Ia memberikan tegangan sebesar 50 Newton pada senar bermassa 1,5 gram dengan panjang 50 cm. Panjang setiap pola gelombang yang terbentuk di senar adalah 1 m. Tegangan yang diberikan diharapkan mampu membuat senar berfrekuensi 100 Hz saat dipetik. Menurutmu, apakah tegangan yang diberikan tepat untuk menghasilkan frekuensi

yang diinginkan? Jika tidak berikanlah solusi agar senar yang dipetik yudi bisa menghasilkan frekuensi sebesar 100Hz.

5. Perhatikan pernyataan di bawah ini
 - a. Frekuensi bunyi dari sumber bunyi oleh pendengar akan terdengar bertambah jika sumber bunyi mendekati pendengar dan pendengar diam.
 - b. Frekuensi bunyi dari sumber bunyi oleh pendengar akan terdengar bertambah jika sumber diam dan pendengar mendekati sumber.
 - c. Frekuensi bunyi dari sumber bunyi oleh pendengar akan terdengar berkurang jika pendengar diam dan sumber bergerak menjauh.
 - d. Frekuensi bunyi dari sumber bunyi oleh pendengar akan terdengar berkurang jika sumber bunyi dan pendengar diam.

Apakah pernyataan diatas semua benar ? Berikan penjelasannya sesuai Teori Efek Doppler!

6. Intensitas bunyi pada bidang bola yang berpusat di sumber bunyi berbanding lurus dengan kuadrat dengan jari-jarinya.

SEBAB

Luas permukaan bola berbanding lurus dengan kuadrat jari-jarinya.

Pilihlah pernyataan yang tepat untuk kasus sebab akibat tersebut dan berikan penjelasannya!

- Penyataan benar dan alasan salah
 - Pernyataan benar dan alasan benar
 - Pernyataan salah dan alasan benar
 - Pernyataan salah dan alasan salah
 - Pernyataan dan alasan tidak bernilai
7. Terdapat dua pipa organa, pipa organa terbuka (A) dan pipa organa tertutup (B) ditiup secara bersamaan. Ternyata frekuensi nada dasar pipa organa (A) sama dengan frekuensi nada atas pertama pipa organa (B) Tentukan pernyataan berikut yang benar dan berikan penjelasannya!



- Frekuensi pipa organa A sama dengan frekuensi pipa organa B

- b. Frekuensi pipa organa A setengah kali frekuensi pipa organa B
 - c. Frekuensi pipa organa B satu setengah kali frekuensi pipa organa A
 - d. frekuensi pipa organa B 2 kali frekuensi pipa organa A
8. Ali seorang penyelam professional yang menyelam di lautan. Ali akan pergi menyelam ke lautan yang belum pernah dia selami. Ali ingin menyelam sampai ke dasar dan dia belum mengetahui berapa kedalaman laut tersebut. Kemudian dia menggunakan sebuah kapal yang dilengkapi dengan sistem sonar untuk mengukur kedalaman laut. Bagaimana prinsip kerja dari sistem sonar pada mengukur kedalaman laut ?
9. Dua sumber bunyi diam A dan B memancarkan bunyi dengan frekuensi sama 374 Hz. Pengamat C berada di antara ($v=340$ m/s). jika C bergerak mendekati A dengan kecepatan 10 m/s. Berapakah layangan bunyi yang dapat terdengar oleh pengamat ?
10. Perhatikan hasil percobaan cepat rambat gelombang bunyi di udara pada bagian suhu berikut!

Suhu udara (° C)	Laju bunyi (m/s)
0	331
15	330
20	343
30	349

Berdasarkan hasil observasi yang telah anda lakukan, apakah tabel tersebut dapat digunakan untuk menarik kesimpulan bahwa cepat rambat gelombang bunyi akan meningkat pada suhu tinggi? Berikan kesimpulan sesuai hasil observasi anda!

Selamat Mengerjakan

	<p>Ditanya : v ... ?</p> <p>Dijawab :</p> $\mu = \frac{\text{massa kawat}}{\text{panjang kawat}}$ $\mu = \frac{2 \times 10^{-3}}{2}$ $\mu = 1 \times 10^{-4} \text{ kg/m}$ $F = 1 \times 10 = 10 \text{ N}$ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ $v = \sqrt{\frac{10}{1 \times 10^{-3}}}$ $v = 100 \text{ m/s}$ <p>Jadi cepat rambat gelombang bunyi dalam senar tersebut sebesar 100m/s. Kesimpulannya jika massa kawat semakin besar, maka cepat rambat benda semakin mengurang.</p>	5	5
3	<ul style="list-style-type: none"> • Tinggi rendahnya nada/suara ditentukan oleh frekuensinya <p>Frekuensi memiliki hubungan dengan variabel panjang gelombang dan cepat rambat</p>	5	15

	<p>gelombang, yaitu mengikuti persamaan $f = \frac{v}{\lambda}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sehingga dapat dikatakan variabel cepat rambat dan panjang gelombang juga mempengaruhi tinggi rendahnya nada • Sehingga pada fenomena berubahnya suara Moza menjadi lebih tinggi adalah karena gas helium menyebabkan perubahan cepat rambat bunyi di gas helium semakin besar, sehingga membawanya pada perubahan frekuensi semakin tinggi. 	5	
4	<p>Diketahui :</p> <p>$T = 50 \text{ N}$</p> <p>$m_{\text{senar}} = 1,5 \text{ gram} = 0,0015 \text{ kg}$</p> <p>$l_{\text{senar}} = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$</p> <p>$\lambda = 1 \text{ m}$</p> <p>$f = 100 \text{ Hz}$</p>	5	20
		3	

	<p>Ditanya : apakah tegangan yang diberikan mampu memberikan frekuensi 100 Hz</p> <p>Dijawab :</p> $v = \lambda f$ $v = \sqrt{\frac{Tl}{m}}$ $T = \frac{m(\lambda f)^2}{l}$ $50 = \frac{0,0015 \times (1 \times 100)^2}{0,5}$ $50 = \frac{0,0015 \times 10000}{0,5}$ <p>50 N \neq 30 N</p> <p>Jadi tegangan yang diberikan pada senar kurang tepat untuk menghasilkan frekuensi 100 Hz, tegangan yang tepat untuk menghasilkan frekuensi 100 hz sebesar 30 N.</p>	2	
		5	
		5	
5	<p>Penyelesaian :</p> <p>v_s = bernilai positif (+) jika sumber bunyi menjahui pendengar</p>	5	10

	<p>v_s = bernilai negatif (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar</p> <p>v_p = bernilai positif (+) jika pendengar mendekati bunyi</p> <p>v_p = bernilai negatif (-) jika pendengar menjauhi sumber bunyi</p> <p>Dengan sistematika</p> $f_p = \frac{v \pm v_s}{v \pm v_s} f_s$ <p>Jadi dari pernyataan tersebut yang benar adalah A, B, dan C</p>	5	
6	<p>Intensitas bunyi adalah besar energi bunyi tiap satuan waktu tiap satuan luas yang datang tegak lurus. Dapat dirumuskan sebagai berikut :</p> $I = \frac{P}{A}$ $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ <p>Dari pernyataan tersebut yang benar adalah C</p>	5 5	10
7	<p>$f_{POB} : f_{POT}$</p> <p>$f_{POB_{dasar}} : f_{POT_{nada\ pertama}}$</p>	2 3	15

9	<p>Penyelesaian :</p> <p>Diketahui :</p> $f_a = f_b = f_s = 374 \text{ Hz}$ $v = 340 \text{ m/s}$ $v_c = 10 \text{ m/s}$ <p>Ditanya :</p> <p style="text-align: center;">$f_l \dots ?$</p> <p>Dijawab :</p> $v_A = v_B = 0$ $f_p = \frac{v \pm v_s}{v \pm v_s} f_s$ $f_{pAC} = \frac{340 + 10}{340 + 0} 374$ $f_{pAC} = 385 \text{ Hz}$ $f_{pBC} = \frac{340 - 10}{340 - 0} 374$ $f_{pBC} = 363 \text{ Hz}$ $f_L = 385 - 363 = 22 \text{ Hz}$	5	20
10	<p>Suhu medium, semakin panas suhu medium yang dilalui maka semakin cepat bunyi merambat. Hubungan ini dapat dirumuskan kedalam persamaan matematis:</p>	5	10

	<p>$(v = v^{\circ} + 0,6t)$ dimana v° adalah cepat rambat pada suhu nol derajat dan t adalah suhu medium.</p> <p>Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, tabel dapat digunakan untuk menarik kesimpulan bahwa cepat rambat gelombang bunyi di udara akan semakin mengingot pada suhu tinggi. Hasil percobaan pada tabel tersebut sudah sesuai dengan konsep cepat rambat gelombang bunyi</p>	5	
TOTAL SKOR			140

Lampiran 18

Nilai Pretest Kelas Eksperimen Dan Kelas *Kontrol*

No	Kelas	Kode	Nilai Pre-tets	no	kelas	kode	Nilai Pre-test
1	XI MIPA 5	E-01	16	1	XI MIPA 4	K-01	19
2		E-02	17	2		K-02	12
3		E-03	19	3		K-03	21
4		E-04	14	4		K-04	16
5		E-05	19	5		K-05	19
6		E-06	17	6		K-06	21
7		E-07	24	7		K-07	19
8		E-08	6	8		K-08	16
9		E-09	27	9		K-09	16
10		E-10	12	10		K-10	26
11		E-11	20	11		K-11	16
12		E-12	10	12		K-12	9
13		E-13	11	13		K-13	9
14		E-14	16	14		K-14	12
15		E-15	23	15		K-15	21
16		E-16	15	16		K-16	12
17		E-17	18	17		K-17	16
18		E-18	25	18		K-18	21
19		E-19	12	19		K-19	18
20		E-20	20	20		K-20	12
21		E-21	15	21		K-21	12
22		E-22	23	22		K-22	18
23		E-23	21	23		K-23	14
24		E-24	18	24		K-24	21

25	E-25	13	25	K-25	26
26	E-26	16	26	K-26	25
27	E-27	18	27	K-27	21
28	E-28	10	28	K-28	21
29	E-29	17	29	K-29	19
30	E-30	13	30	K-30	6
31	E-31	23	31	K-31	4
32	E-32	19	32	K-32	5
33	E-33	18	33	K-33	7
34	E-34	22	34	K-34	11
35	E-35	15	35	K-35	12
36	E-36	7	36	K-36	21

Lampiran 19

Lembar Hasil Pretest Kelas Eksperimen

Nama: _____
No: _____
Date: _____

Nama: Asyraf al ayubi N.W.A.D
 Kelas: XI MIPA 5
 Absen: 15 20

8 Prinsip kerja sistem sonar yaitu sebuah kapal memancarkan sinar kedalaman air maka pantulan dari sinyal tersebut akan menimbulkan efek gema dan akan dipantulkan kembali kepada sistem penerima atau receiver lalu dilakukan pengukuran mengenai jarak objek dari lokasi kapal dan juga informasi lainnya seperti pemetaan bawah

3 karena atom gas helium lebih ringan dari pada molekul udara (nitrogen dan oksigen) sehingga helium lebih mudah merambatkan getaran dan ujungnya kecepatan suara di gas helium lebih cepat dari kecepatan suara di udara biasa

7 b) frekuensi pipa organa A setengah kali frekuensi pipa organa b

6 b.) pernyataan benar dan alasan benar

5 b.) frekuensi bunyi dari sumber bunyi oleh pendengar akan terdengar bertambah jika sumber diam dan pdgrn mukt sumber
c.) frekuensi bunyi dari sumber bunyi oleh pendengar akan terdengar berkurang jika pendengar diam dan sumber menjauh

You'll never know till you have tried



Lampiran 20

Lembar Hasil Pretest Kelas *Kontrol*

Selpha Rakhya P.P		PRE-Test
XI MIPA 4		No.
25		Date
37		FIS 10A
<input type="checkbox"/>	5. a. c. tidak, alasan: karena apabila pendengar / sumber bunyi saling mendekati dan tidak diam maka suara akan terdengar lebih keras. (10)	
<input type="checkbox"/>	6. C. Pernyataan salah, alasan benar, karena rumus intensitas tidak berbanding lurus dengan kuadrat jari-jari. (5)	
<input type="checkbox"/>	7. C. Frekuensi pipa organa B satu setengah kali frekuensi pipa organa A. (2)	
<input type="checkbox"/>	Alasan: pipa A = setengah pipa B = satu setengah. (5)	
<input type="checkbox"/>	10. Naik, karena semakin tinggi suhu semakin cepat rambatannya.	
<input type="checkbox"/>	8. Dengan memancarkan bunyi gelombang sehingga dapat mengetahui kedalaman dari benda yang ada di dasar air (atau yang memantulkan gelombang). (5)	
<input type="checkbox"/>	1. C. karena semakin besar taraf suara yang dibutuhkan sedikit. (tidak perlu jumlah suara yang tinggi). (6)	
<input type="checkbox"/>	3. Benar, karena cepat rambat yang ada di gas are belum mempengaruhi frekuensi bunyi. (6)	
<input type="checkbox"/>	9. $f_p = \frac{v \pm v_s}{v \pm v_p} \cdot f_s$	
<input type="checkbox"/>	$= \frac{v \pm 340}{v \pm 10} \cdot 374$	
<input type="checkbox"/>	$= \frac{v \pm 34}{v} \cdot 374$	
<input type="checkbox"/>	$= \frac{v \pm 34}{v}$	

Lampiran 21

Uji Homogenitas Nilai Pretest Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol

Uji homogenitas penelitian menggunakan perhitungan Microsoft excel, sehingga didapatkan nilai :

Sumber Variasi	Eksperimen	Kontrol
Jumlah	609	576
N	36	36
Rata-rata	17	16
Standar Deviasi	4,947582382	5,965567869
Varians	24,47857143	35,588

Dengan rumus uji homogenitas, maka didapatkan nilai F_{hitung} sebesar:

$$F_{hitung} = \frac{\text{Varian terbesar}}{\text{varian terkecil}}$$

$$F_{hitung} = \frac{35,588}{24,47857143}$$

$$F_{hitung} = 1,4538$$

Taraf signifikan sebesar 5% dengan derajat kebebasan (dk):

$$dk_{pembilang} = n-1 = 36-1 = 35$$

$$dk_{\text{penyebut}} = n-1 = 36-1 = 35$$

Dengan dk 35 dan taraf signifikan 5% sehingga $F_{\text{tabel}} = 1,75714$, karena $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima dan kedua kelas bersifat homogen.

Lampiran 22

Uji Normalitas Tahap Awal Nilai Pretest Kelas Eksperimen

Uji normalitas menggunakan uji chi kuadrat (X^2) dengan persamaan :

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

X^2 : Chi kuadrat

O_i : frekuensi hasil pengamatan

E_i : frekuensi yang diharapkan

k : banyak kelas interval

perolehan nilai terendah hingga tertinggi berdasarkan hasil pretest yang didapatkan dari kelas eksperimen adalah sebagai berikut :

6	12	15	18	19	23
7	13	16	18	20	23
10	13	16	18	20	24
10	14	16	18	21	25
11	15	17	19	22	26
12	15	17	19	23	27

Untuk membuat tabel frekuensi berdasarkan kelas interval dibutuhkan beberapa nilai, yaitu :

1. Banyak data : 36
2. Nilai maksimum : 27
3. Nilai minimum : 6
4. Jumlah kelas interval : 6

Rata-rata dan standar deviasi dapat dicari dari data kelompok eksperimen nilai tengah

interval			fi	xi	fi.xi	xi-xbar	(xi-xbar)^2	fi.(xi-xbar)^2
4	-	7	2	5,5	11	-11,44	130,98	261,95
8	-	11	3	9,5	28,5	-7,44	55,42	166,26
12	-	15	8	13,5	108	-3,44	11,86	94,91
16	-	19	12	17,5	210	0,56	0,31	3,70
20	-	23	7	21,5	150,5	4,56	20,75	145,27
24	-	27	4	25,5	102	8,56	73,20	292,79
jumlah			36		610			964,89

Didapatkan :

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} = 16,944$$

$$\text{Standar deviasi} = \sqrt{\sum f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2} = 5,642$$

nilai pretest			Fi (Oi)	batas kelas		z		tabel z		Pi	Ei	$\frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$
interval				bawah	atas	bawah	atas	bawah	atas	proporsi	nilai harapan	
4	-	7	2	3,5	7,5	-2,5969	-1,8243	0,0054	0,0322	0,0268	0,9648	1,11074
8	-	11	3	7,5	11,5	-1,8243	-1,0516	0,0322	0,1469	0,1147	4,1292	0,30880
12	-	15	8	11,5	15,5	-1,0516	-0,2790	0,1469	0,4013	0,2544	9,1584	0,14652
16	-	19	12	15,5	19,5	-0,2790	0,4936	0,4013	0,6736	0,2723	9,8028	0,49248
20	-	23	7	19,5	23,5	0,4936	1,2663	0,6736	0,8944	0,2208	7,9488	0,11325
24	-	27	4	23,5	27,5	1,2663	2,0389	0,8944	0,9798	0,0854	3,0744	0,27867
jumlah			36									2,45046

Didapatkan nilai :

Chi-kuadrat : 2,45046
dk (derajar kebebasan) : $6 - 3 = 3$, $\alpha = 0,05$
nilai tabel X^2 : 7,814

Uji hipotesisi diperoleh bahwa $X^2_{\text{tabel}} < X^2_{\text{hitung}}$,
2,45046 < 7,814 sehingga H_0 diterima, dan H_a ditolak.
Jadi data tersebut terdistribusi norma

Lampiran 23

Uji Normalitas Tahap Awal Nilai Pre-ttest Kelas Kontrol

Uji normalitas menggunakan uji chi kuadrat (X^2) dengan persamaan :

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

X^2 : Chi kuadrat

O_i : frekuensi hasil pengamatan

E_i : frekuensi yang diharapkan

k : banyak kelas interval

perolehan nilai terendah hingga tertinggi berdasarkan hasil pretest yang didapatkan dari kelas eksperimen adalah sebagai berikut :

4	11	12	16	19	21
5	12	14	18	21	21
6	12	16	18	21	21
7	12	16	19	21	25
9	12	16	19	21	26
9	12	16	19	21	26

Untuk membuat tabel frekuensi berdasarkan kelas interval dibutuhkan beberapa nilai, yaitu :

1. Banyak data : 36
2. Nilai maksimum : 26,4
3. Nilai minimum : 3,6
4. Jumlah kelas interval : 6
5. Rentang interval : 4

Rata-rata dan standar deviasi dapat dicari dari data kelompok eksperimen nilai tengah

Interval			fi	xi	fi.xi	xi-xbar	(xi-xbar) ²	fi.(xi-xbar) ²
4	-	7	4	5,5	22	-10,78	116,16	464,64
8	-	11	3	9,5	28,5	-6,78	45,94	137,81
12	-	15	7	13,5	94,5	-2,78	7,72	54,01
16	-	19	11	17,5	192,5	1,22	1,49	16,43
20	-	23	8	21,5	172	5,22	27,27	218,17
24	-	27	3	25,5	76,5	9,22	85,05	255,15
Jumlah			36		586			1146,22

Didapatkan :

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} = 16,278$$

$$\text{Standar deviasi} = \sqrt{\sum f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2} = 5,642$$

Nilai Pretest			Fi (O _i)	Batas Kelas		Z		Tabel Z		Pi	Ei	$\frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$
Interval				Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Proporsi	Nilai Harapan	
4	-	7	4	3,5	7,5	-2,264	- 1,556	0,0122	0,0606	0,0484	1,7424	2,9251
8	-	11	3	7,5	11,5	-1,556	- 0,847	0,0606	0,1977	0,1371	4,9356	0,7591
12	-	15	7	11,5	15,5	-0,847	- 0,138	0,1977	0,4404	0,2427	8,7372	0,3454
16	-	19	11	15,5	19,5	-0,138	0,571	0,4404	0,7088	0,2684	9,6624	0,1852
20	-	23	8	19,5	23,5	0,571	1,280	0,7088	0,8944	0,1856	6,6816	0,2601
24	-	27	3	23,5	27,5	1,280	1,989	0,8944	0,9744	0,08	2,88	0,0050
jumlah			36									4,4799

Didapatkan nilai :

Chi-kuadrat

: 4,4799

dk (derajar kebebasan)

: $6 - 3 = 3$, $\alpha = 0,05$

nilai tabel X^2

: 7,814

Uji hipotesisi diperoleh bahwa $X^2_{\text{tabel}} < X^2_{\text{hitung}}$,
4,4799 < 7,814 sehingga H_0 diterima, dan H_a ditolak. Jadi
data tersebut terdistribusi normal

Lampiran 24

Uji Normalitas Tahap Awal Nilai *Post-test* Kelas Eksperimen

Uji normalitas menggunakan uji chi kuadrat (X^2) dengan persamaan :

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

X^2 : Chi kuadrat

O_i : frekuensi hasil pengamatan

E_i : frekuensi yang diharapkan

k : banyak kelas interval

perolehan nilai terendah hingga tertinggi berdasarkan hasil pretest yang didapatkan dari kelas eksperimen adalah sebagai berikut :

23	58	65	73	80	89
35	58	65	72	82	89
50	59	69	77	82	90
50	59	69	78	83	90
55	60	70	79	85	96
55	65	70	80	89	98

Untuk membuat tabel frekuensi berdasarkan kelas interval dibutuhkan beberapa nilai, yaitu :

1. Banyak data : 36
2. Nilai maksimum : 98
3. Nilai minimum : 23
4. Jumlah kelas interval : 7
5. Rentang interval : 12

Rata-rata dan standar deviasi dapat dicari dari data kelompok eksperimen nilai tengah

Interval			f _i	x _i	f _i .x _i	x _i -x̄	(x _i -x̄) ²	f _i .(x _i -x̄) ²
11	-	24	1	17,5	17,5	-52,92	2800,17	2800,17
25	-	38	1	31,5	31,5	-38,92	1514,51	1514,51
39	-	52	2	45,5	91	-24,92	620,84	1241,68
53	-	66	10	59,5	595	-10,92	119,17	1191,74
67	-	80	11	73,5	808,5	3,08	9,51	104,58
81	-	94	9	87,5	787,5	17,08	291,84	2626,56
95	-	109	2	102	204	31,58	997,51	1995,01
Jumlah			36		2535			11474,25

Didapatkan :

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} = 70,417$$

$$\text{Standar deviasi} = \sqrt{\sum f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2} = 17,85$$

nilai pretest			Fi (Oi)	batas kelas		z		tabel z		Pi	Ei	$\frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$
interval				bawah	atas	bawah	atas	bawah	atas	proporsi	nilai harapan	
11	-	24	1	10,5	24,5	-3,356	-2,572	0,0004	0,0054	0,005	0,18	3,7356
25	-	38	1	24,5	38,5	-2,572	-1,788	0,0054	0,0401	0,0347	1,2492	0,0497
39	-	52	2	38,5	52,5	-1,788	-1,004	0,0401	0,1469	0,1068	3,8448	0,8852
53	-	66	10	52,5	66,5	-1,004	-0,219	0,1469	0,4013	0,2544	9,1584	0,0773
67	-	80	11	66,5	80,5	-0,219	0,565	0,4013	0,7088	0,3075	11,07	0,0004
81	-	94	9	80,5	94,5	0,565	1,349	0,7088	0,9115	0,2027	7,2972	0,3973
95	-	109	2	94,5	109,5	1,349	2,189	0,9115	0,9842	0,0727	2,6172	0,1456
jumlah			36									5,2911

Didapatkan nilai :

Chi-kuadrat

: 5,291

dk (derajar kebebasan)

: $6 - 3 = 3$, $\alpha = 0,05$

nilai tabel X^2

: 9,487

Uji hipotesisi diperoleh bahwa $X^2_{\text{tabel}} < X^2_{\text{hitung}}$, 5,291 < 9,487 sehingga H_0 diterima, dan H_a ditolak. Jadi data tersebut terdistribusi normal

Lampiran 25

Uji Normalitas Tahap Awal

Nilai *Post-test* Kelas Kontrol

Uji normalitas menggunakan uji chi kuadrat (X^2) dengan persamaan :

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

X^2 : Chi kuadrat

O_i : frekuensi hasil pengamatan

E_i : frekuensi yang diharapkan

k : banyak kelas interval

perolehan nilai terendah hingga tertinggi berdasarkan hasil pretest yang didapatkan dari kelas eksperimen adalah sebagai berikut :

9	32	45	51	60	71
15	32	46	55	70	71
18	37	47	55	70	75
27	37	49	56	70	75
27	38	50	58	71	86
32	38	50	58	71	96

Untuk membuat tabel frekuensi berdasarkan kelas interval dibutuhkan beberapa nilai, yaitu :

1. Banyak data : 36
2. Nilai maksimum : 96
3. Nilai minimum : 9
4. Jumlah kelas interval : 7
5. Rentang interval : 14

Rata-rata dan standar deviasi dapat dicari dari data kelompok eksperimen nilai tengah

interval			fi	xi	fi.xi	xi-xbar	(xi-xbar) ²	fi.(xi-xbar) ²
9	-	22	3	15,5	46,5	-36,18	1309,03	3927,10
23	-	36	5	29,5	147,5	-22,18	491,98	2459,89
37	-	50	10	43,5	435	-8,18	66,92	669,21
51	-	64	7	57,5	402,5	5,82	33,87	237,06
65	-	78	9	71,5	643,5	19,82	392,81	3535,29
79	-	92	1	85,5	85,5	33,82	1143,75	1143,75
93	-	107	1	100	100	48,32	2334,77	2334,77
Jumlah			36		1860,5			14307,08

Didapatkan :

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} = 51,681$$

$$\text{Standar deviasi} = \sqrt{\sum f_i \cdot (x_i - \bar{x})^2} = 19,9353$$

nilai pretest			Fi (Oi)	batas kelas		z		tabel z		Pi	Ei	$\frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$
interval				bawah	atas	bawah	atas	bawah	atas	proporsi	nilai harapan	
9	-	22	3	8,5	22,5	-2,166	-1,464	0,0158	0,0885	0,0727	2,617	0,056
23	-	36	5	22,5	36,5	-1,464	-0,761	0,0734	0,2266	0,1532	5,515	0,048
37	-	50	10	36,5	50,5	-0,761	-0,059	0,2266	0,4404	0,2138	7,697	0,689
51	-	64	7	50,5	64,5	-0,059	0,643	0,4801	0,6736	0,1935	6,966	0,000
65	-	78	9	64,5	78,5	0,643	1,345	0,7422	0,8531	0,1109	3,992	6,281
79	-	92	1	78,5	92,5	1,345	2,048	0,9115	0,9599	0,0484	1,742	0,316
93	-	107	1	92,5	107,5	2,048	2,800	0,9798	0,9978	0,018	0,648	0,191
jumlah			36									7,582

Didapatkan nilai :

Chi-kuadrat

: 7,582

dk (derajat kebebasan)

: $6 - 3 = 3$, $\alpha = 0,05$

nilai tabel X^2

: 9,487

Uji hipotesisi diperoleh bahwa $X^2_{\text{tabel}} < X^2_{\text{hitung}}, 7,582 < 9,487$ sehingga H_0 diterima, dan H_a ditolak. Jadi data tersebut terdistribusi normal

Lampiran 26

Nilai Posttest Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol

No	Kelas	Kode	Nilai Post-tets	no	kelas	kode	Nilai Post-test
1	XI MIPA 5	E-01	55	1	XI MIPA 4	K-01	27
2		E-02	70	2		K-02	37
3		E-03	70	3		K-03	70
4		E-04	72	4		K-04	32
5		E-05	58	5		K-05	37
6		E-06	65	6		K-06	70
7		E-07	73	7		K-07	58
8		E-08	35	8		K-08	9
9		E-09	59	9		K-09	70
10		E-10	59	10		K-10	32
11		E-11	78	11		K-11	86
12		E-12	79	12		K-12	46
13		E-13	70	13		K-13	71
14		E-14	89	14		K-14	96
15		E-15	89	15		K-15	58
16		E-16	85	16		K-16	75
17		E-17	98	17		K-17	50
18		E-18	82	18		K-18	56
19		E-19	50	19		K-19	71
20		E-20	96	20		K-20	60
21		E-21	83	21		K-21	75
22		E-22	80	22		K-22	55
23		E-23	82	23		K-23	55

24	E-24	60	24	K-24	51
25	E-25	63	25	K-25	32
26	E-26	58	26	K-26	27
27	E-27	55	27	K-27	71
28	E-28	69	28	K-28	38
29	E-29	90	29	K-29	38
30	E-30	90	30	K-30	49
31	E-31	50	31	K-31	47
32	E-32	65	32	K-32	71
33	E-33	89	33	K-33	45
34	E-34	65	34	K-34	71
35	E-35	35	35	K-35	18
36	E-36	23	36	K-36	15

Lampiran 27

Lembar Hasil Postest Kelas Eksperimen

ADIC FADILLA W.

XI MIPA 5 / 5

No. _____
Date _____

1.	$d_1 =$	Sumber bunyi	Taraf intensitas	92
		suara rigala mengaung	40 Db	
		suara sirine polisi	60 Db	
		suara petir	120 Db	

$d_2 =$ pernyataan yang tepat hubungan antara intensitas dengan taraf intensitas ?

$d_3 = T_1 = 10 \log \frac{I}{I_0}$ (10) Jadi, pernyataan yang tepat adalah B

$T_1 = T_2 + 10 \log n$ adalah B

dari perhitungan diperoleh data :

Sumber	I	T1	n	(semakin besar taraf intensitasnya maka
Truk	10^{-10}	20	10^4	semakin besar
Srigala	10^{-8}	40	10^2	intensitasnya) dan C
Mobil	10^{-6}	60	1	(semakin besar taraf intensitasnya
Petir	0	120	10^{12}	maka semakin sedikit jumlah suara yang dibutuhkan)

2. $d_1 =$ kawat = 2 m $d_2 = v?$

$m_{\text{kawat}} = 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$

$m_b = 1 \text{ kg}$

$d_3 = \mu = \frac{\text{massa kawat}}{\text{panjang kawat}} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}$

$F = 1 \cdot 10 = 10 \text{ N}$ (15)

$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{10}{1 \cdot 10^{-3}}} = 100 \text{ m/s}$

Jadi, cepat rambat gelombang bunyi dalam senar yaitu 100 m/s.

Kesimpulannya yaitu jika massa kawat semakin besar, maka cepat rambat benda semakin mengurang.

Paper Star

3. → tinggi rendahnya nada/suara ditentukan frekuensi. Frekuensi berhubungan dengan variabel panjang gelombang dan cepat rambat gelombang ($f = \frac{v}{\lambda}$)
- variabel cepat rambat dan panjang gelombang mempengaruhi tinggi rendahnya nada
- sehingga fenomena berubahnya suara Moza menjadi lebih tinggi adalah karena gas helium menyebabkan perubahan cepat rambat bunyi di gas helium semakin besar sehingga frekuensi semakin besar

4. $d_1 = T = 50 \text{ N}$

$m \text{ senar} = 1,5 \text{ g} = 15^{-4} \text{ kg}$

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

$\lambda = 1 \text{ m}$

$f = 100 \text{ Hz}$

$d_2 =$ tegangan yang diberikan mampu memberikan frekuensi 100 Hz?

$d_3 = v = \lambda f$

$v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$

$F = \frac{m(\lambda f)^2}{l}$

$50 = \frac{15^{-4} (1 \cdot 100)^2}{5 \times 10^{-1}}$

$50 \text{ N} \neq 30 \text{ N}$

Jadi, tegangan yang

diberikan tidak tepat

untuk menghasilkan frekuensi

yang diinginkan. Tegangan

yang tepat yaitu

sebesar 30 N.

5. $v_s =$ bernilai positif (+) sumber bunyi menjauhi pendengar
- $v_s =$ bernilai negatif (-) sumber bunyi mendekati pendengar
- $v_p =$ bernilai positif (+) pendengar mendekati bunyi
- $v_p =$ bernilai negatif (-) pendengar menjauhi bunyi
- maka dapat dituliskan:

$$f_p = \frac{v \pm v_s}{v \pm v_r} f_s$$

Jadi, pernyataan yang benar
yaitu A, B dan C.

6. Intensitas bunyi adalah besar energi bunyi tiap satuan luas yang datang tegak lurus. $I = \frac{P}{A} \Leftrightarrow I = \frac{P}{4\pi r^2}$

Jadi, pernyataan yang tepat yaitu C.

7. $d_s = f_{POB} \cdot f_{POT}$

$f_{POB \text{ dasar}} : f_{POT \text{ nada pertama}}$

$$\frac{v}{2l_a} : \frac{3v}{4l_b}$$

$$4l_b = 6l_a$$

$$l_b = \frac{6}{4} l_a$$

$$l_b = \frac{3}{2} l_a$$

Jadi, jawabannya yaitu C.

8. Gelombang ultrasonik dipancarkan ke laut secara garis lurus hingga mengenai dasar laut, lalu gelombang bunyi akan dipantulkan kembali ke atas (gema). Waktu yang dibutuhkan gelombang turun naik yang dihitung untuk jarak kedalaman laut ($2h = vt$).

9. $d_1 = f_A = f_B = f_C = 374 \text{ Hz}$

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

$$v_C = 10 \text{ m/s}$$

$$d_2 = f_1 ?$$

$$d_3 = v_A = v_B = 0$$

$$f_p = \frac{v \pm v_s}{v \pm v_r} f_s$$

$$f_{PAC} = \frac{340 + 10}{340 + 0} 374 = 385 \text{ Hz}$$

$$f_{PBC} = \frac{340 - 10}{340 - 0} 374 = 363 \text{ Hz}$$

No.

Date

$$f_1 = 385 - 363 = 22 \text{ Hz}$$

Jadi, layangan bunyi yang dapat terdengar oleh pengamat sebesar 22 Hz

10. Semakin panas suhu medium yang dilalui semakin cepat bunyi merambat ($v = v^0 + 0.6t$), v^0 cepat rambat pada suhu 0° dan suhu medium. Kesimpulannya yaitu cepat rambat gelombang bunyi di udara semakin meningkat pada suhu tinggi. Hasil sesuai dengan konsep cepat rambat gelombang bunyi

(16)

Lampiran 28

Lembar Hasil Posttest Kelas Kontrol

Zahra Nabilah
XI MIPA 4

No. -
Date JUMAT, 5-5-23

84

	Sumber	l	T1	n
1. $T1 = 10 \log \frac{I}{I_0}$	Truk	10^{-10}	20	10^9
$T2 = T_2 + \log n$	Srigala	10^{-8}	40	10^4
Maka pernyataan yang benar adalah B dan C	Mobil	10^{-6}	60	1
	Petir	0	120	10^{-12}

15

2. $D_1 = l_{\text{kawat}} = 2 \text{ m}$ 11b
 $m_{\text{kawat}} = 1 \text{ gram} = 10^{-3} \text{ kg}$
 $m_b = 1 \text{ kg}$

$D_2 = v \dots ?$

$D_3 = \mu = \frac{\text{massa kawat}}{\text{panjang kawat}}$
 $\mu = \frac{2 \times 10^{-3}}{2}$ 5

$\mu = 1 \times 10^{-4} \text{ kg/m}$
 $F = 1 \times 10 = 10 \text{ N}$

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

3. a. Tinggi rendahnya nada / suara ditentukan oleh frekuensinya
frekuensi memiliki hubungan dengan variabel panjang gelombang dan cepat rambat gelombang, yaitu mengikuti persamaan $f = \frac{v}{\lambda}$

14 b. Sehingga dapat dikatakan variabel cepat rambat dan panjang λ gelombang juga mempengaruhi tinggi rendahnya nada

c. Sehingga pada fenomena berubahnya suara Moza menjadi lebih tinggi adalah karena gas helium menyebabkan perubahan cepat rambat bunyi di gas helium semakin besar, sehingga membawanya pada perubahan frekuensi semakin tinggi.

$$a. D_1 = T = 50 \text{ N}$$

$$m_{\text{senar}} = 1.5 \text{ gram} = 0.0015 \text{ kg}$$

$$l_{\text{senar}} = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$$

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

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

$D_2 =$ Apakah tegangan yang diberikan mampu memberikan frekuensi 100 Hz

$$D_2 = v = \lambda f$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

(16)

$$T = \frac{m(\lambda f)^2}{l}$$

$$50 = \frac{0.0015 \times (1 \times 100)^2}{0.5}$$

$$50 = \frac{0.0015 \times 10000}{0.5}$$

$$50 \text{ N} \neq 30 \text{ N}$$

5. $v_s =$ bernilai (+) jika sumber bunyi menjauhi pendengar

$v_s =$ bernilai (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar

$v_p =$ " (+) " pendengar mendekati bunyi

$v_p =$ " (-) " " " menjauhi sumber bunyi

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

(17)

= A, B, dan C

6. Intensitas bunyi adalah besar energi bunyi tiap satuan waktu tiap satuan luas yang datang tegak lurus.

$$I = \frac{P}{A}$$

(10)

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

7. $f_{pob} : f_{pot}$

f_{pob} dasar : f_{pot} nada pertama

$$\frac{v}{2l_a} = \frac{3v}{4l_b}$$

$$4l_b = 6l_a$$

$$l_b = \frac{6}{4} l_a \quad (c)$$

$$l_b = \frac{3}{2} l_a$$

8. Gel ultrasonik dipancarkan ke dasar laut secara garis lurus sehingga mengenai dasar, setelah itu gel dipantulkan lagi ke kapal. Rada hal inilah akan dihitung untuk mendapat jarak kedalaman laut $2h = vt$ (8)

$$g. D_1 = f_a = f_b = f_s = 3701 \text{ Hz}$$

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

$$v_c = 10 \text{ m/s}$$

$$D_2 = f_r \dots ?$$

$$D_3 = v_A = v_B = 0$$

$$f_p = \frac{v \pm v_s}{v \pm v_r} f_s$$

(15)

$$f_{pac} = \frac{340 + 10}{340 + 10} 3701$$

$$f_{pac} = 385 \text{ Hz}$$

$$f_{pbc} = \frac{340 - 10}{340 - 0} 3701$$

$$f_{pbc} = 363 \text{ Hz}$$

$$f_L = |385 - 363| = 22 \text{ Hz}$$

No. _____

Date _____

(c). Semakin panas suhu medium yang dilalui semakin cepat bunyi merambat. ($v = v_0 + \alpha \cdot t$)

cepat rambat gel. akan meningkat pada suhu tinggi. Hasil tabel tersebut sesuai cepat rambat gel tara-bunyi

(10)

Lampiran 29

Pengujian Hipotesis (Uji Perbedaan Rata-Rata)

Uji perbedaan dua rata-rata penelitian menggunakan perhitungan Microsoft excel, sehingga di dapatkan nilai :

Sumber Variasi	Eksperimen	Kontrol
Jumlah	2489	1869
Rata-rata (\bar{x})	69	52
simpangan baku (s)	17,66376885	20,6236688
Varians (s^2)	312,0087302	425,3357143
Dk	70	

Rumus :

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

$$t = \frac{69-52}{\sqrt{\frac{312,008}{36} + \frac{425,355}{36} - 2(0,316) \left(\frac{17,66}{\sqrt{36}} \right) \left(\frac{20,62}{\sqrt{36}} \right)}}$$

$$t = 5,283789$$

$$t_{\text{tabel}} = 1,6669$$

Hipotesis:

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan:

μ_1 : rata-rata nilai akhir (*posttest*) keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen yang menerapkan model pembelajaran Problem Based Learning berbantuan media *Mind mapping* pada materi gelombang bunyi.

μ_2 : rata-rata nilai akhir (*posttest*) keterampilan berpikir kritis kelas kontrol yang menerapkan model Problem Based Learning pada materi gelombang bunyi .

Dengan $dk = 36 + 36 - 2 = 70$ dan taraf kesalahan 5% maka diperoleh $t_{tabel} = 1.66691$. dapat

disimpulkan bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_a diterima dan H_o ditolak

Lampiran 30

Uji Tingkat Efektivitas Siswa Kelas Eksperimen

Siswa	Eksperimen		Post-pre	Ideal	N-gain	Persentase
	Pre-test	Post-test				
Siswa 1	16	55	39	84	0,464	46,429
Siswa 2	17	70	53	83	0,639	63,855
Siswa 3	19	70	51	81	0,630	62,963
Siswa 4	14	72	58	86	0,674	67,442
Siswa 5	19	58	39	81	0,481	48,148
Siswa 6	17	65	48	83	0,578	57,831
Siswa 7	24	73	49	76	0,645	64,474
Siswa 8	6	35	29	94	0,309	30,851
Siswa 9	27	59	32	73	0,438	43,836
Siswa 10	12	59	47	88	0,534	53,409
Siswa 11	20	78	58	80	0,725	72,500
Siswa 12	10	79	69	90	0,767	76,667
Siswa 13	11	70	59	89	0,663	66,292
Siswa 14	16	89	73	84	0,869	86,905
Siswa 15	23	89	66	77	0,857	85,714
Siswa 16	15	85	70	85	0,824	82,353
Siswa 17	18	98	80	82	0,976	97,561
Siswa 18	25	82	57	75	0,760	76,000
Siswa 19	12	50	38	88	0,432	43,182
Siswa 20	20	96	76	80	0,950	95,000
Siswa 21	15	83	68	85	0,800	80,000
Siswa 22	23	80	57	77	0,740	74,026
Siswa 23	21	82	61	79	0,772	77,215
Siswa 24	18	60	42	82	0,512	51,220

Siswa 25	13	63	50	87	0,575	57,471
Siswa 26	16	58	42	84	0,500	50,000
Siswa 27	18	55	37	82	0,451	45,122
Siswa 28	10	69	59	90	0,656	65,556
Siswa 29	17	90	73	83	0,880	87,952
Siswa 30	13	90	77	87	0,885	88,506
Siswa 31	23	50	27	77	0,351	35,065
Siswa 32	19	65	46	81	0,568	56,790
Siswa 33	18	89	71	82	0,866	86,585
Siswa 34	22	65	43	78	0,551	55,128
Siswa 35	15	35	20	85	0,235	23,529
Siswa 36	7	23	16	93	0,172	17,204
Mean					0,631	63,133

Lampiran 31

Uji Tingkat Efektivitas Siswa Kelas Kontrol

Siswa	Kontrol		Post-Pre	Ideal	N-Gain	Persentase
	Pre-Test	Post-Test				
Siswa 1	19	55	36	81	0,442	44,238
Siswa 2	12	70	58	88	0,659	65,870
Siswa 3	21	70	49	79	0,618	61,832
Siswa 4	16	72	56	84	0,668	66,785
Siswa 5	19	58	39	81	0,480	47,955
Siswa 6	21	65	44	79	0,555	55,471
Siswa 7	19	73	54	81	0,665	66,543
Siswa 8	16	35	19	84	0,229	22,894
Siswa 9	16	59	43	84	0,514	51,364
Siswa 10	26	59	33	74	0,443	44,293
Siswa 11	16	78	62	84	0,739	73,903
Siswa 12	9	79	70	91	0,770	77,024
Siswa 13	9	70	61	91	0,672	67,177
Siswa 14	12	89	77	88	0,875	87,486
Siswa 15	21	89	68	79	0,860	86,005
Siswa 16	12	85	73	88	0,829	82,935
Siswa 17	16	98	82	84	0,976	97,628
Siswa 18	21	82	61	79	0,771	77,099
Siswa 19	18	50	32	82	0,391	39,099
Siswa 20	12	96	84	88	0,954	95,449
Siswa 21	12	83	71	88	0,807	80,660
Siswa 22	18	80	62	82	0,756	75,639
Siswa 23	14	82	68	86	0,790	78,996
Siswa 24	21	60	39	79	0,491	49,109

Siswa 25	26	63	37	74	0,497	49,728
Siswa 26	25	58	33	75	0,440	44,000
Siswa 27	21	55	34	79	0,433	43,253
Siswa 28	21	69	48	79	0,606	60,560
Siswa 29	19	90	71	81	0,876	87,608
Siswa 30	6	90	84	94	0,893	89,316
Siswa 31	4	50	46	96	0,481	48,133
Siswa 32	5	65	60	95	0,632	63,158
Siswa 33	7	89	82	93	0,882	88,159
Siswa 34	11	65	54	89	0,608	60,806
Siswa 35	12	35	23	88	0,261	26,052
Siswa 36	21	23	2	79	0,029	2,900
Mean					0,628	62,754

Lampiran 32

Tabel nilai r product moment

N	1-tailed	2-tailed	N	1-tailed	2-tailed
3	0.998	0.997	46	0.246	0.291
4	0.900	0.950	47	0.243	0.288
5	0.905	0.978	48	0.240	0.285
6	0.829	0.811	49	0.238	0.282
7	0.769	0.755	50	0.235	0.279
8	0.622	0.707	51	0.233	0.276
9	0.682	0.666	52	0.231	0.273
10	0.549	0.632	53	0.228	0.270
11	0.521	0.602	54	0.226	0.268
12	0.597	0.576	55	0.224	0.265
13	0.476	0.553	56	0.222	0.263
14	0.458	0.532	57	0.220	0.261
15	0.441	0.514	58	0.218	0.258
16	0.426	0.597	59	0.216	0.256
17	0.412	0.482	60	0.214	0.254
18	0.400	0.468	61	0.213	0.252
19	0.389	0.456	62	0.211	0.250
20	0.378	0.444	63	0.209	0.248
21	0.369	0.433	64	0.207	0.246
22	0.360	0.423	65	0.206	0.244
23	0.352	0.413	66	0.204	0.242
24	0.344	0.404	67	0.203	0.240
25	0.337	0.396	68	0.201	0.239
26	0.330	0.388	69	0.200	0.237
27	0.323	0.381	70	0.198	0.235
28	0.317	0.374	71	0.197	0.233
29	0.312	0.367	72	0.195	0.232
30	0.306	0.361	73	0.194	0.230
31	0.301	0.355	74	0.193	0.229
32	0.296	0.349	75	0.191	0.227
33	0.291	0.344	76	0.190	0.226
34	0.287	0.339	77	0.189	0.224
35	0.283	0.334	78	0.188	0.223
36	0.279	0.329	79	0.186	0.221
37	0.275	0.325	80	0.185	0.220
38	0.271	0.320	81	0.184	0.219
39	0.267	0.316	82	0.183	0.217
40	0.264	0.312	83	0.182	0.216
41	0.261	0.308	84	0.181	0.215
42	0.257	0.304	85	0.180	0.213
43	0.254	0.301	86	0.179	0.212
44	0.251	0.297	87	0.178	0.211
45	0.248	0.294	88	0.176	0.210

Lampiran 33

Tabel nilai distribusi chi kuadrat

v	β												
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.75	0.50	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	7.87944	6.63490	5.02389	3.84146	2.70554	1.32330	0.45494	0.10153	0.01579	0.00393	0.00098	0.00016	0.00004
2	10.59663	9.21034	7.37778	5.99146	4.60517	2.77259	1.38629	0.57536	0.21072	0.10259	0.05064	0.02010	0.01003
3	12.83816	11.34487	9.34840	7.81473	6.25139	4.10834	2.36597	1.21253	0.58437	0.35185	0.21580	0.11483	0.07172
4	14.86026	13.27670	11.14329	9.48773	7.77944	5.38527	3.35669	1.92256	1.06362	0.70272	0.48442	0.29711	0.20689
5	16.74960	15.08627	12.83250	11.07050	9.23636	6.62568	4.35446	2.67460	1.61031	1.14548	0.83121	0.55430	0.41174
6	18.54758	16.81189	14.44938	12.59159	10.64464	7.84080	5.34812	3.45460	2.20413	1.63538	1.23734	0.87209	0.67573
7	20.27774	18.47531	16.01276	14.06714	12.01704	9.03715	6.34581	4.25485	2.83311	2.16735	1.68987	1.23904	0.98976
8	21.95495	20.09024	17.53455	15.50731	13.36157	10.21885	7.34412	5.07064	3.48954	2.73264	2.17973	1.64650	1.34441
9	23.58935	21.66509	19.02277	16.91908	14.68366	11.38875	8.34931	5.89883	4.16816	3.32511	2.70039	2.08750	1.74683
10	25.18818	23.20925	20.48318	18.30704	15.98718	12.54886	9.34182	6.79720	4.86518	3.94030	3.24697	2.55821	2.15586
11	26.75685	24.72497	21.93002	19.67514	17.27501	13.70069	10.34100	7.58414	5.57778	4.57481	3.81575	3.05348	2.60132
12	28.29952	26.21697	23.36661	21.02607	18.54935	14.84540	11.34032	8.43842	6.30380	5.22603	4.40379	3.57057	3.07382
13	29.81947	27.68825	24.73560	22.36203	19.81193	15.98391	12.33976	9.29907	7.04150	5.89186	5.00875	4.10662	3.56503
14	31.31935	29.14124	26.11895	23.68479	21.06414	17.11693	13.33927	10.16531	7.78953	6.57063	5.62873	4.66043	4.07467
15	32.80132	30.57791	27.48839	24.99579	22.30713	18.24509	14.33886	11.03654	8.54676	7.26094	6.26214	5.22951	4.60092
16	34.26719	31.99993	28.84535	26.29623	23.54183	19.36886	15.33850	11.91222	9.31224	7.96165	6.90766	5.81221	5.14221
17	35.71847	33.40866	30.19101	27.58711	24.76904	20.48868	16.33818	12.79193	10.08519	8.67176	7.56419	6.40776	5.69722
18	37.15645	34.80531	31.52638	28.86930	25.98942	21.60489	17.33760	13.67528	10.86494	9.39046	8.23075	7.04451	6.24480
19	38.58226	36.19087	32.85231	30.14353	27.20357	22.71781	18.33765	14.56200	11.65091	10.11701	8.90652	7.63273	6.84397
20	39.99805	37.56623	34.16961	31.41043	28.41198	23.82769	19.33743	15.45177	12.44261	10.85081	9.59078	8.26040	7.43384
21	41.40106	38.93217	35.47888	32.67057	29.61509	24.94478	20.33723	16.34438	13.23960	11.59131	10.32960	8.99720	8.03365
22	42.79565	40.28936	36.78071	33.92444	30.81328	26.03927	21.33704	17.23962	14.04149	12.33801	10.98232	9.54249	8.64272
23	44.18128	41.63840	38.07563	35.17246	32.00690	27.14134	22.33688	18.13730	14.84796	13.09051	11.68855	10.19572	9.26042
24	45.55851	42.97982	39.36408	36.41503	33.19624	28.24215	23.33073	19.03725	15.65868	13.84843	12.40115	10.86336	9.88623
25	46.92789	44.31410	40.64647	37.65248	34.38159	29.33885	24.33659	19.93934	16.47341	14.61141	13.11972	11.52398	10.51965
26	48.28988	45.64168	41.92317	38.88514	35.56317	30.43457	25.33646	20.84343	17.29188	15.37916	13.84390	12.19815	11.16024
27	49.64492	46.96294	43.19451	40.11327	36.74122	31.52841	26.33834	21.74940	18.11300	16.15140	14.57238	12.87850	11.80758
28	50.99338	48.27824	44.46079	41.33714	37.91592	32.62049	27.33623	22.65716	18.93924	16.92788	15.30786	13.56471	12.46134
29	52.33362	49.58788	45.72229	42.55697	39.08747	33.71091	28.33613	23.56659	19.76774	17.70983	16.04707	14.25645	13.12115
30	53.67196	50.89218	46.97824	43.77297	40.25602	34.79974	29.33603	24.47761	20.59923	18.49266	16.79077	14.95346	13.78672
35	60.27477	57.34207	53.20335	49.80185	46.05879	40.22279	34.33564	29.05396	24.79665	22.46502	20.59923	18.50893	17.19182
45	73.16606	69.95683	65.41016	61.65623	57.50330	50.98495	44.33512	38.29102	33.35038	30.61226	28.36615	25.90127	24.31101
50	79.48998	76.15389	71.42030	67.50481	63.16171	56.33650	48.33494	42.94268	37.68685	34.76425	33.57376	29.70688	27.99075
55	85.74895	82.29212	77.38047	73.31149	68.79621	61.66500	54.33479	47.61047	42.05962	38.95803	36.39811	33.57048	31.73476

Lampiran 34

Tabel nilai distribusi Z

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
-3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404
-0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394

Lampiran 35

Tabel uji t

Titik Persentase Distribusi t (df = 41 – 80)

df \ Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
	0.50	0.20	0.10	0.050	0.02	0.010	0.002
41	0.68052	1.30254	1.68288	2.01954	2.42080	2.70118	3.30127
42	0.68038	1.30204	1.68195	2.01808	2.41847	2.69807	3.29595
43	0.68024	1.30155	1.68107	2.01669	2.41625	2.69510	3.29089
44	0.68011	1.30109	1.68023	2.01537	2.41413	2.69228	3.28607
45	0.67998	1.30065	1.67943	2.01410	2.41212	2.68959	3.28148
46	0.67986	1.30023	1.67866	2.01290	2.41019	2.68701	3.27710
47	0.67975	1.29982	1.67793	2.01174	2.40835	2.68456	3.27291
48	0.67964	1.29944	1.67722	2.01063	2.40658	2.68220	3.26891
49	0.67953	1.29907	1.67655	2.00958	2.40489	2.67995	3.26508
50	0.67943	1.29871	1.67591	2.00856	2.40327	2.67779	3.26141
51	0.67933	1.29837	1.67528	2.00758	2.40172	2.67572	3.25789
52	0.67924	1.29805	1.67469	2.00665	2.40022	2.67373	3.25451
53	0.67915	1.29773	1.67412	2.00575	2.39879	2.67182	3.25127
54	0.67906	1.29743	1.67356	2.00488	2.39741	2.66998	3.24815
55	0.67898	1.29713	1.67303	2.00404	2.39608	2.66822	3.24515
56	0.67890	1.29685	1.67252	2.00324	2.39480	2.66651	3.24226
57	0.67882	1.29658	1.67203	2.00247	2.39357	2.66487	3.23948
58	0.67874	1.29632	1.67155	2.00172	2.39238	2.66329	3.23680
59	0.67867	1.29607	1.67109	2.00100	2.39123	2.66176	3.23421
60	0.67860	1.29582	1.67065	2.00030	2.39012	2.66028	3.23171
61	0.67853	1.29558	1.67022	1.99962	2.38905	2.65886	3.22930
62	0.67847	1.29536	1.66980	1.99897	2.38801	2.65748	3.22696
63	0.67840	1.29513	1.66940	1.99834	2.38701	2.65615	3.22471
64	0.67834	1.29492	1.66901	1.99773	2.38604	2.65485	3.22253
65	0.67828	1.29471	1.66864	1.99714	2.38510	2.65360	3.22041
66	0.67823	1.29451	1.66827	1.99656	2.38419	2.65239	3.21837
67	0.67817	1.29432	1.66792	1.99601	2.38330	2.65122	3.21639
68	0.67811	1.29413	1.66757	1.99547	2.38245	2.65008	3.21446
69	0.67806	1.29394	1.66724	1.99495	2.38161	2.64898	3.21260
70	0.67801	1.29376	1.66691	1.99444	2.38081	2.64790	3.21079
71	0.67796	1.29359	1.66660	1.99394	2.38002	2.64686	3.20903
72	0.67791	1.29342	1.66629	1.99346	2.37926	2.64585	3.20733
73	0.67787	1.29326	1.66600	1.99300	2.37852	2.64487	3.20567
74	0.67782	1.29310	1.66571	1.99254	2.37780	2.64391	3.20406
75	0.67778	1.29294	1.66543	1.99210	2.37710	2.64298	3.20249
76	0.67773	1.29279	1.66515	1.99167	2.37642	2.64208	3.20096
77	0.67769	1.29264	1.66488	1.99125	2.37576	2.64120	3.19948
78	0.67765	1.29250	1.66462	1.99085	2.37511	2.64034	3.19804
79	0.67761	1.29236	1.66437	1.99045	2.37448	2.63950	3.19663
80	0.67757	1.29222	1.66412	1.99006	2.37387	2.63869	3.19526

Lampiran 36

Surat Penunjukkan Dosen Pembimbing



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

Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366 Semarang 50185

Semarang, 3 Januari 2023

Nomor : B. 9019 /Un.10.8J6/DA.04.09/07/2022

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth :
Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc.
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di jurusan Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Ayuni Dinda Pertiwi
NIM : 1908066003
Judul : **Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbantuan *Mind Mapping* Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Pada Materi Gelombang Bunyi**

Dan menunjuk Saudara :
Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc. sebagai Pembimbing Skripsi.

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n Dekan
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika



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

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 37

Surat Permohonan Izin Pra Penelitian Kepada SMA Negeri 7 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: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.1732/Un.10.8/K/SP.01.08/02/2023 Semarang, 01 Maret 2023
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA 7 Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi Prodi Pendidikan Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, bersama ini kami sampaikan saudara :

Nama : Ayuni Dinda Pertiwi
NIM : 1908066003
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Pendidikan Fisika.
Judul Skripsi : Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Mind Mapping terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa pada Materi Gelombang Bunyi.
Dosen Pembimbing : Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc

Untuk melaksanakan riset di sekolah yang Bapak/Ibu pimpin, akan dilaksanakan tanggal 06 Maret s.d 31 Maret 2023 maka kami mohon berkenan diijinkan mahasiswa dimaksud. Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



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

Lampiran 38

Surat Permohonan Validasi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185

E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.2825/Un.10.8/D/SP.01.06/04/2023

05 April 2023

Lamp : -

Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd Validator Instrumen Ahli Soal
(Dosen Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo)
 2. Agus Sudarmanto, M.Si Validator Instrumen Ahli Soal
(Dosen Fisika FST UIN Walisongo)
- di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Ayuni Dinda Pertiwi
NIM : 1908066003
Program Studi : Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Berbantuan Mind Mapping terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Gelombang Bunyi

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



A. H. Dekan
Kabag. TU

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

Tembusan Yth.

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

Lampiran 39

Surat Permohonan Izin Penelitian Kepada SMA Negeri 7 Semarang



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.2542/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2023 31 Maret 2023
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 7 Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Ayuni Dinda Pertiwi
NIM : 1908066003
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbantuan *Mind Mapping* terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa pada Materi Gelombang Bunyi

Dosen Pembimbing : Dr. Hamdan Hadi Kusuma , M.Sc

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 7 Semarang , yang akan dilaksanakan tanggal 3 – 30 April 2023

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

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

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

Lampiran 40

Surat Permohonan Izin Penelitian Kepada Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Semarang



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.2542/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2023
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset
31 Maret 2023

Kepada Yth.
Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Ayuni Dinda Pertiwi
NIM : 1908066003
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbantuan *Mind Mapping* terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa pada Materi Gelombang Bunyi

Dosen Pembimbing : Dr. Hamdan Hadi Kusuma , M.Sc

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 Negen 7 Semarang , yang akan dilaksanakan tanggal 3 – 30 April 2023

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Aji Dikan
Kabag TU
Haris, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

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

Lampiran 41

Surat Rekomendasi Penelitian Dari Dinas Pendidikan



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

Jalan Galat Subroto, Komplek Tarubudaya, Ungaran, Telepon (024) 78910066
Faksimile (024) 78910066 Laman cabdin1.pdkjateng.go.id
Surat Elektronik cabdedkewi1@gmail.com

NOTA DINAS

Kepada Yth. : KEPALA SMA NEGERI 7 SEMARANG
Dari : KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I
Tanggal : 04 April 2023
Nomor : 071/246
Hal : Permohonan Izin Riset

Menindaklanjuti surat permohonan dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang Nomor : B.2542/Un.10.8/K/SP.01 08/03/2023 tanggal 31 Maret 2023, perihal 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 : Ayuni Dinda Pertiwi
NIM : 1908066003
Prodi : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbantuan *Mind Mapping* terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa pada Materi Gelombang Bunyi
2. Kegiatan dilaksanakan pada :
Tanggal : 3 s.d 30 April 2023
Pukul : 08.00 WIB s.d Selesai
Lokasi : SMA Negeri 7 Semarang
3. Hal-hal yang perlu diperhatikan :
 - a. Harus sesuai peraturan yang berlaku;
 - b. Kepala Sekolah bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan pengambilan data penelitian yang dimulai pukul 08.00 WIB sampai dengan selesai;
 - c. Saat pengambilan data tidak mengganggu proses jam belajar mengajar;
 - d. Pemberian ijin ini hanya untuk kegiatan tersebut diatas, apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan dari ketentuan yang telah ditetapkan maka pemberian ijin ini dicabut;
 - e. Apabila kegiatan tersebut sudah selesai, agar segera memberikan laporan hasil kegiatan ke Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I
PROVINSI JAWA TENGAH



SUNARTO, S.Pd., M.Pd.
Pembina
NIP 19700529 199301 1 002



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

Lampiran 42

Surat Telah Melaksanakan Penelitian Dari SMA Negeri 7 Semarang

 **PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH**
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SMA NEGERI 7 SEMARANG
Jl. Untung Surapati, Kota Semarang 50182 Telp. (024) 7605977, (024) 7603588
Email : sman7_smg@yahoo.com, sman7kotasemarang@gmail.com
Website : <http://www.sman7semarang.sch.id>



SURAT KETERANGAN PENELITIAN
Nomor : 050.7/387 / 2023

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 7 Semarang, menerangkan bahwa :

Nama : **AYUNI DINDA PERTIWI**
NIM : 1908066003
Program Studi : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Telah melakukan Observasi (penelitian) awal di SMA Negeri 7 Semarang untuk keperluan pembuatan skripsi pada :

Waktu : 6 Maret – 30 April 2023
Judul : **“Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Mind Mapping Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Pada Materi Gelombang Bunyi”.**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.


Semarang, 23 Mei 2023
Kepala Sekolah
SMA N 7 SEMARANG
-
Supriyanto, S.Pd, M.Kom
NIP. 19640131 199003 1 003

Lampiran 43

GURU FISIKA SMA NEGERI 7 SEMARANG



Lampiran 44

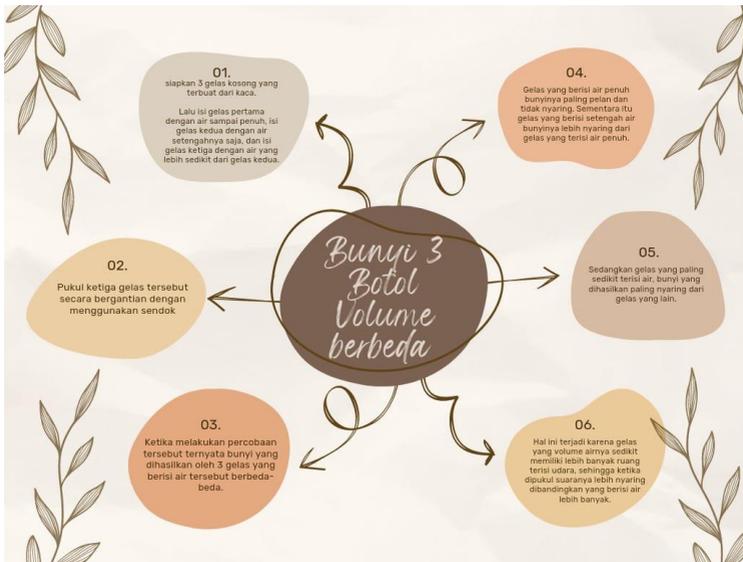
Pengerjaan pretest



Kegiatan pembelajaran



Hasil Tugas Mind mapping



FUNDAMENTAL

Frekuensi dasar atau utana yang dihasilkan oleh senar piano. Frekuensi ditentukan oleh panjang, ketegangan, & massa senar.

Gelombang Bunyi pada PIANO

KELOMPOK 4

RESONANSI

Bunyi yang dihasilkan oleh resonansi pada bagian piano yang tidak terhubung dengan senar. Terjadi ketika suara dari senar piano merambat ke bagian lain (kayu, besi, kain).

HARMOHONIA

Frekuensinya kelipatan dari frekuensi fundamental. Terjadi karena senar piano bergetar dengan selain frekuensi terendah yang lebih tinggi. Komponen harmonik ini memberikan karakteristik suara yang unik pada piano.

CIRI-CIRI

- Kompleks
- Stabil dan seragam
- Rentang suara yang luas
- Resonansi dan sustain
- Dinamika

Contoh :
Telepon kaleng yang dikaitkan dengan benang.

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad E = \frac{F/L}{\Delta L/L}$$

Padat

Contoh :
Tumbukan batu di dalam air

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

Cair

Suara Merambat Pada Mediumnya

Contoh:
Bersumber dari suara orang lain, alat musik atau gemuruh petir melalui udara.

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

Gas / Udara

Nama Anggota :

1. Adhe Rulli W.S (02)
2. Ahbar Ramadhani (09)
3. Chelsea Difa A.A (16)
4. Devita Mutiara P. (19)
5. Najla Ladisyia S. (28)
6. Syahdila Yuniar R. (34)
7. Viona Araithan P. (35)

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama lengkap : Ayuni Dnda Pertiwi
2. Tempat & Tanggal Lahir : Denpasar, 20 Juni 2001
3. Alama Rumah : jl. tukad yeh aya gang 11 no
4, Renon, Denpasar, Bali
4. Domisili : jl. Sunan Ampel No.9,
Tambakaji, Ngaliyan,
Semarang
5. No. Hp : 088706646989

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidkan Formal:
 - a. TK Dharma Sejahtera
 - b. SD Negeri 1 Renon
 - c. MTs. Mitahul 'Ulum Denpasar
 - d. MA Tawakkal Renon
2. Pendidikan Non Formal :
 - a. Pondok Pesantren Putri Tahfiz Qur'an Tugurejo, Semarang

Semarang, 13 Juli 2023

Ayuni Dinda Periw
1908066003

