

**PENGEMBANGAN MODUL DIGITAL
PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS PENDEKATAN
KONSTRUKTIVISME PADA MATERI GELOMBANG
BUNYI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

SKRIPSI

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



Diajukan oleh:

Feby Alfiana

NIM : 1908066021

**PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN WALISONGO SEMARANG
TAHUN 2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Feby Alfiana

NIM : 1908066021

Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Fisika Berbasis Pendekatan
Konstruktivisme pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan Kemampuan
Berpikir Kritis Peserta Didik**

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

Semarang, 1 oktober 2023

Pembuat Pernyataan



Feby Alfiana

NIM. 1908066021

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang
Telp. 024-76433366 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Fisika
Berbasis Pendekatan Konstruktivisme pada Materi
Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan
Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Penulis : Feby Alfiana
NIM : 1908066021
Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang munaqasyah oleh dewan penguji
fakultas sains dan teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu
Pendidikan Fisika.

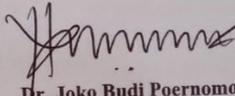
Semarang, 9 Oktober 2023

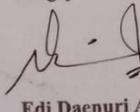
DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang / Penguji

Sekretaris Sidang / Penguji


Affa Ardhi Saputri, M.Pd
NIP. 199004102019032018
Penguji Utama I,


Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd
NIP. 197602142008011011
Penguji Utama II,


Edi Daenuri Anwar, M.Sc
NIP. 19790726200910010001
Pembimbing




Affa Ardhi Saputri, M.Pd
NIP. 199004102019032018

NOTA DINAS

NOTA DINAS

Semarang, 27 September 2023

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

Judul : Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Fisika Berbasis Pendekatan
Konstruktivisme pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan Kemampuan
Berpikir Kritis Peserta Didik

Nama : Feby Alfiana

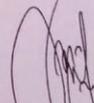
NIM : 1908066021

Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing



Alfa Ardhya Saputri, M.Pd.

NIP. 199004102019032018

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan bahan ajar berupa modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar yang layak digunakan bagi peserta didik, mendapatkan respons peserta didik terhadap bahan ajar yang dikembangkan, dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui bahan ajar yang dikembangkan. Metodologi penelitian ini menggunakan jenis *Research and Development (RnD)* dengan model pengembangan ADDIE. Subjek penelitian yang digunakan merupakan peserta didik kelas XI MIPA MA NU 04 Al-Ma'arif Boja. Penelitian ini berhasil mengembangkan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme yang sangat layak digunakan berdasarkan validasi oleh ahli materi dan media dengan persentase berturut-turut 96% dan 95%. Modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme berhasil mendapatkan respons positif dari peserta didik dengan persentase respons 70,89%. Modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme juga berhasil meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik ditunjukkan dengan *gain score* sebesar 0,32 berkriteria sedang. Penelitian yang dapat disimpulkan adalah modul digital pembelajaran fisika sangat layak digunakan, mendapatkan respons positif dari peserta didik, dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Kata Kunci: Modul Digital, Pendekatan Konstruktivisme, Kemampuan Berpikir Kritis, Gelombang Bunyi

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobil'alamin, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan mandat terakhirnya sebagai mahasiswa strata satu yaitu dengan merampungkan skripsi dengan judul “Pengembangan Modul Digital pembelajaran Fisika Berbasis Pendekatan Konstruktivisme pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik”.

Ucapan terima kasih juga penulis utarakan kepada orang tua, dosen, guru, kyai, sahabat, teman, dan kolega yang turut memberikan motivasi dan dukungan dalam merampungkan karya ilmiah ini. Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Prof. Dr. Imam Taufik, M. Ag selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M. Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd Selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika.
4. Dosen Pembimbing, Ibu Affa Ardhi Saputri, M. Pd., yang senantiasa memberikan arahan dan dukungan terhadap penulis untuk menyelesaikan skripsinya.
5. Dr. Susilawati, M. Pd. Selaku dosen wali yang senantiasa memberikan nasehat dan motivasi
6. Segenap dosen validator, Ibu Rida Herseptianingrum, M. Sc., dan Bapak Hartono, M. Sc., yang telah meluangkan waktunya dalam

memberikan masukan dan saran untuk kebaikan bahan ajar yang dikembangkan.

7. Papah dan Mamah, Bapak Kanya dan Ibu Siti Khodijah, sosok yang tidak pernah luput dalam memberikan dukungan kepada penulis. Khususnya untuk mamah yang tak pernah sedikitpun lupa dalam sujudnya untuk mendoakan penulis supaya senantiasa diberikan kesehatan, kemudahan, kebahagiaan, dan menjadi pribadi yang lebih baik.
8. Mbak dan Masku tercinta, Mba Eva Listiani dan Mas Japar, serta tak lupa pula keponakanku tersayang, Ahmad Hafidz Al-Fatih.
9. Segenap Keluarga Besar Pendidikan Fisika angkatan 2019 yang menorehkan catatan manis dalam kenangan perkuliahan.
10. Segenap Keluarga Besar PMII Rayon Sains dan Teknologi yang telah memberikan ruang aktualisasi diri yang luar biasa.
11. Segenap Keluarga Besar Baswara yang senantiasa memberikan pengalaman terbaik saat berproses
12. Segenap Keluarga Besar SEMA FST yang telah memberikan pengalaman berproses dalam dunia legislative
13. Segenap Keluarga Besar DPW PMD FST yang telah memberikan pengalaman berproses dalam dunia politik kampus
14. Segenap Keluarga Besar Kamar 5 Al-Masthuriyah yang telah memberikan tempat ternyaman untuk kembali setelah berproses.
15. Segenap Keluarga Besar LPM Frekuensi yang telah memberikan ruang dalam belajar tentang dunia ke-jurnalistikan.

16. Segenap Keluarga Generasi baru Indonesia (GenBI) Korkom Semarang yang telah memberikan pengalaman yang berbeda dalam dunia organisasi.
17. Segenap Keluarga Besar Griya Peradaban yang telah memberikan ruang untuk *self improvement*.
18. Segenap Keluarga KKN Posko 26 yang telah kebersamai penulis dalam hidup Bersama selama 45 hari.
19. Sahabat-sahabat penulis, Adi, Asyrof, Melly, Inayah, Ashar, Pucan, Safira, Ema, Fani, Nia, Erlinda, Lina, Ishaq, Fahmi, Tubagus, dan Nunu yang telah senantiasa kebersamai penulis dalam suka maupun duka. Sosok sahabat yang senantiasa kebersamai proses penulis dalam berproses di kota orang.
20. Mentor penulis, Bapak Ma'as Shobirin yang senantiasa memberikan motivasi, doa, dan ilmu bagi penulis untuk terus menjadi pribadi yang lebih baik.
21. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, namun tidak mengurangi rasa hormat penulis sedikitpun.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan *rohmat* dan anugerah terindah yang tidak terbatas untuk kita semua. Penulis menyadari bahwa secercah pemikiran yang penulis susun masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis memberi ruang kritik dan saran seluas-luasnya guna memperbaiki skripsi ini. Penulis berharap bahwa tulisan ini dapat bermanfaat untuk pembaca dan dapat dijadikan bahan refleksi untuk kemaslahatan pendidikan ke depan.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian	9
E. Manfaat Penelitian	9
G. Asumsi Pengembangan	10
H. Spesifikasi Produk yang dikembangkan	11
BAB II	13
LANDASAN TEORI	13
A. Kajian Teori	13

B. Kajian Penelitian yang Relevan	39
C. Kerangka Berpikir	39
BAB III	45
METODE PENELITIAN	45
A. Model Pengembangan	45
B. Pengembangan Produk	49
C. Desain Uji Coba Produk	52
BAB IV	70
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	70
A. Hasil Pengembangan Produk Awal	75
B. Hasil Uji Coba Produk	83
C. Revisi Produk	91
D. Kajian Produk Akhir	98
E. Keterbatasan Penelitian	106
BAB V	108
PENUTUP	108
A. Kesimpulan	108
B. Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN	118
RIWAYAT HIDUP	222

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Teknik dan instrumen pengumpulan data	56
Tabel 3.2	Kriteria Validitas Instrumen	59
Tabel 3.3	Hasil Validasi Ahli Instrumen	60
Tabel 3.4	Hasil Validitas Butir Soal	61
Tabel 3.5	Kriteria Reliabilitas	62
Tabel 3.6	Hasil Reliabilitas Butir Soal	63
Tabel 3.7	Klasifikasi daya beda	64
Tabel 3.8	Hasil Uji Daya Beda	65
Tabel 3.9	Kriteria Tingkat Kesukaran	66
Tabel 3.10	Hasil Tingkat Kesukaran Soal	67
Tabel 3.11	Kriteria Persentase kelayakan materi dan media	68
Tabel 3.12	Kriteria respons peserta didik	71
Tabel 3.13	Kriteria <i>N-Gain</i>	73
Tabel 3.14	Persentase Kriteria <i>N-Gain</i>	74
Tabel 4.1	Tampilan Modul Digital Fisika	82
Tabel 4.2	Hasil Validasi Ahli Materi	89
Tabel 4.3	<i>Aikens'V</i> Ahli Materi	90

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 4.4	Hasil Validasi Ahli Media	91
Tabel 4.5	<i>Aikens' V</i> Ahli Materi	93
Tabel 4.6	Hasil Respons Peserta Didik	94
Tabel 4.7	Hasil uji normalitas	95
Tabel 4.8	Hasi Uji <i>N-Gain</i>	96
Tabel 4.9	Indikator KBK dalam soal	96
Tabel 4.10	Revisi Ahli Media	99
Tabel 4.11	Hasil Revisi Ahli Materi	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Hubungan Modul digital dan Pendekatan Konstruktivisme terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik	28
Gambar 2.2	Pipa organa terbuka dengan nada dasar atau pola harmonik pertama, nada atas pertama atau pola harmonik kedua, dan nada atas kedua dengan pola harmonik ketiga).	34
Gambar 2.3	Nada Dasar, nada atas pertama, nada atas kedua Pipa Organa tertutup	35
Gambar 2.4	Penggunaan Tanda (+) dan (-) pada Efek Doppler	41
Gambar 2.5	Kerangka Berpikir	47

Gambar 3.1	Tahapan Pengembangan ADDIE	50
Gambar 4.1	Persentase Indikator KBK pada <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Surat Penunjukkan Pembimbing	122
Lampiran 2	Lembar Pengesahan Proposal	123
Lampiran 3	Lampiran 3 Hasil Wawancara (Pra-Riset)	124
Lampiran 4	Hasil Angket Pra-Riset	127
Lampiran 5	Surat Permohonan Validator Instrumen Tes	129
Lampiran 6	Surat Permohonan Validator Materi dan Media	130
Lampiran 7	Rubrik Penilaian Ahli Instrumen	131
Lampiran 8	Rubrik Penilaian Ahli Materi dan Media	134
Lampiran 9	Rubrik Penilaian Respons Peserta Didik	137
Lampiran 10	Hasil Penilaian Ahli Instrumen	144
Lampiran 11	Lembar Penilaian Ahli Materi dan Media (Validator 1)	146
Lampiran 12	Lembar Penilaian Ahli Materi dan Media (Validator 2)	149

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 13	Hasil Penilaian Ahli Materi Validator 1 dan 2	153
Lampiran 14	Hasil Penilaian Ahli Media Validator 1 dan 2	154
Lampiran 15	Hasil Respons Peserta Didik	155
Lampiran 16	Tampilan Modul Digital	156
Lampiran 17	Surat Permohonan Izin Riset	159
Lampiran 18	Analisis Validitas Butir Soal	160
Lampiran 19	Analisis Reliabilitas Soal	161
Lampiran 20	Analisis Daya Beda Butir Soal	163
Lampiran 21	Analisis Tingkat Kesukaran Butir Soal	164
Lampiran 22	Nilai <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	165
Lampiran 23	Analisis Normalitas <i>Pre-Test</i>	166
Lampiran 24	Analisis Normalitas <i>Post-Test</i>	167
Lampiran 25	Analisis <i>N-Gain</i>	168
Lampiran 26	Tabel Distribusi r tabel	169
Lampiran 27	Soal (Uji Coba Soal)	173
Lampiran 28	Kisi-Kisi Soal (Uji Coba Soal)	174

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 29	Penskoran dan Kunci Jawaban Soal (Uji Coba Soal)	178
Lampiran 30	Lembar Jawaban Soal (Uji Coba Soal) Peserta Didik	185
Lampiran 31	Soal <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	188
Lampiran 32	Kisi-Kisi <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	190
Lampiran 33	Penskoran dan Kunci Jawaban <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	193
Lampiran 34	Lembar Jawaban <i>Pre-Test</i> Peserta Didik	198
Lampiran 35	Lembar Jawaban <i>Post-Test</i> Peserta Didik	200
Lampiran 36	Data Kelas 12 MIPA NU Al-Ma'arif 04 Boja (Peserta Uji Coba Soal)	203
Lampiran 37	Data Kelas 11 MIPA NU 04 Al-Ma'arif 04 Boja (Peserta Penelitian)	205
Lampiran 38	Data Nilai PTS Kelas XI MIPA MA NU 04 Boja 2022/2023	207
Lampiran 39	Silabus Fisika Kelas XI K13	209
Lampiran 40	Dokumentasi Uji Coba Soal	222
Lampiran 41	Dokumentasi Penelitian	223

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 42	Surat Keterangan, Penelitian	225

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mata pelajaran eksakta seperti matematika, biologi, kimia, dan fisika merupakan mata pelajaran yang penting bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Fisika sebagai salah satu mata pelajaran eksakta mendapatkan banyak sorotan dari guru dan peserta didik karena dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Erviani dkk, mengungkapkan bahwa 7 dari peserta 10 peserta didik SMA di Kabupaten Jember dan Banyuwangi mengatakan bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang sulit (Erviani et al., 2016).

Kesulitan dalam pelajaran fisika disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor tersebut diantaranya adalah karakteristik materi fisika dan proses pembelajaran fisika. Materi fisika membutuhkan kemampuan menganalisis masalah, menyelesaikan masalah, pemahaman konsep, dan perhitungan matematis yang dihubungkan dengan fenomena kehidupan sehari-hari (Samudra, 2104). Berdasarkan karakteristik tersebut pembelajaran fisika seharusnya disampaikan secara kontekstual. Akan tetapi, pembelajaran fisika masih berorientasi pada menghafalan rumus dan latihan soal tanpa memberikan konsep dasar terkait materi yang telah diajarkan (Ningsih & Bambang, 2012). Keterbatasan penyampaian materi dalam pembelajaran fisika seharusnya tidak menjadi masalah ketika didukung dengan kemandirian belajar

yang tinggi. Akan tetapi, kemandirian belajar fisika masih rendah. Rendahnya kemandirian peserta didik dalam belajar terdeskripsikan pada persentase inisiatif pengerjaan tugas mencapai 9,1%, rasa tanggung jawab saat melakukan pembelajaran 36,4%, dan mengikuti pembelajaran fisika secara aktif 6,1 % (Saefullah, 2013).

Permasalahan yang berkaitan dengan pembelajaran fisika di atas berimbas pada rendahnya pemahaman konsep peserta didik. Pemahaman konsep merupakan pemahaman yang berorientasi pada aspek menginterpretasikan, mengklasifikasikan, mencontohkan, merangkum, menyimpulkan, menjelaskan, dan membandingkan (Anderson, 2010). Pemahaman konsep erat kaitannya dengan kemampuan berpikir kritis, hal tersebut karena indikator-indikator kemampuan berpikir kritis seperti membangun keterampilan dasar, membuat penjelasan, menyimpulkan, memberikan penjelasan sederhana, dan merancang strategi taktis dapat membentuk pemahaman konsep peserta didik terhadap mata pelajaran fisika (Rezki & Ramadhani, 2022).

Secara umum, kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan yang dilakukan untuk mengeksplorasi fenomena, situasi, dan masalah untuk merancang hipotesis dan konklusi dari informasi yang diyakini kebenarannya (Retno et al., 2018). Sedangkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika merupakan kemampuan yang berorientasi pada analisis,

interpretasi, evaluasi, eksplanasi, inferensi, dan analisis diri (Priyadi et al., 2018). Namun pada kenyataannya, kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika tergolong rendah. Peserta didik hanya mampu menyelesaikan perhitungan fisika (inferensi) saja, tanpa mampu memahami makna dari perhitungan tersebut (evaluasi) (Priyadi et al., 2018). Sebagai bentuk tindakan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, maka perlu adanya pendekatan yang dinilai mampu menjawab permasalahan-permasalahan tersebut.

Salah satu pendekatan yang dinilai dapat menjawab permasalahan-permasalahan tersebut adalah pendekatan konstruktivisme. Pendekatan konstruktivisme dalam pembelajaran fisika merupakan pendekatan yang berorientasi pada partisipasi aktif peserta didik dan kemampuan mengembangkan pengetahuan secara mandiri (Hapid, 2021).

Karakteristik yang paling menonjol dalam pendekatan konstruktivisme terdapat pada peran guru dalam memberikan pembelajaran. Guru berperan sebagai fasilitator dan mediator bagi peserta didik dalam mengonstruksi pengetahuannya sendiri. Selain itu, guru juga berperan sebagai pemberi kesempatan dan dukungan kepada peserta didik dalam menentukan strategi belajarnya sendiri (Sihole, 2015). Bahan ajar perlu dikembangkan oleh guru dalam menjalankan perannya sebagai fasilitator dan mediator bagi peserta didik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Boisandi dan Handy Darmawan mengungkapkan

bahwa pendekatan konstruktivisme memiliki pengaruh yang signifikan dalam pembelajaran Fisika di SMK di Kalimantan Barat. Pendekatan konstruktivisme mendapatkan respon kategori baik dari peserta didik dengan perolehan persentase sebesar 77,70 % (Boisandi & Darmawan, 2017). Sejalan dengan itu, penelitian yang dilakukan oleh Yenita Yuliani dkk juga mengatakan bahwa pendekatan konstruktivisme mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai rata-rata yang dihasilkan dari pre-test dan post-test pada kelas eksperimen sebesar 28,35 (pre-test) dan 75,35 (post-test). Sedangkan pada kelas kontrol sebesar 27,58 (pre-test) dan 57,69 (post-test) (Yuliani et al., 2021).

Bahan ajar yang dikembangkan harus sesuai dengan kurikulum yang berlaku, memiliki relevansi dengan karakteristik peserta didik, dan sesuai dengan keadaan zaman (digitalisasi). Bahan ajar tersebut juga harus mampu mengakomodir kepentingan peserta didik. Namun, bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran fisika masih banyak menggunakan bahan ajar berbentuk cetak. 60% bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran fisika masih berupa bahan ajar berbentuk cetak (Djasmalni Djamas, Ramli Ramli, 2016). Keadaan tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan masih belum bisa menyesuaikan dengan digitalisasi. Penggunaan bahan ajar cetak juga tidak *user friendly* karena tidak dapat digunakan dengan mudah dan nyaman.

Menindaklanjuti kondisi tersebut, maka perlu disusun bahan ajar yang mampu menyesuaikan dengan dunia digital, mudah digunakan, dan mampu mengakomodir serangkaian pengalaman belajar peserta didik. Salah satu bahan ajar yang mampu mengakomodir serangkaian pengalaman belajar dan disusun secara terarah serta sistematis untuk membantu peserta didik dalam menguasai pembelajaran yang bersifat spesifik adalah modul (Perdana, 2017). Modul merupakan suatu paket kurikulum yang dirancang untuk peserta didik untuk dapat belajar secara mandiri tanpa guru yang mendampingi (Sabri, 2010). Modul juga dapat dikembangkan dengan bentuk modul digital sebagai bahan ajar yang bersifat adaptif dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (Fausih & Danang, 2015).

Modul digital fisika memiliki beberapa kelebihan. *Pertama*, dapat menampilkan beberapa materi secara interaktif, sehingga dapat mempermudah peserta didik dalam memahami materi yang bersifat abstrak (Irwandani et al., 2017). *Kedua*, modul digital memiliki karakteristik *self instruction* dan *self contained*, yaitu kondisi di mana peserta didik dapat belajar secara mandiri dengan menggunakan modul digital. *Ketiga*, praktis digunakan kapan dan di mana saja (Khunaeni et al., 2020).

Modul digital juga mampu dikolaborasikan dengan pendekatan konstruktivisme sebagai bentuk upaya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika (Matanluk et al., 2013). Pendekatan

konstruktivisme memiliki karakteristik yang dinilai dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, diantaranya adalah pembelajaran *active learning*, bersifat situasional, otentik, menantang, dan menarik, serta dapat memantik peserta didik untuk dapat melahirkan pengetahuannya sendiri (Masgumelar & Mustafa, 2021). Sejalan dengan itu, modul digital juga memiliki karakteristik yang dinilai mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Salah satu karakteristik modul yang dapat membantu dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis adalah *self instructional* yaitu suatu kondisi dimana peserta didik secara mandiri mampu untuk memahami pelajaran tanpa pengajaran yang masif dari guru. Karakteristik tersebut dapat mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas mencari fakta yang jelas dari setiap pertanyaan dan berupaya mencari informasi dengan bijak (Hassoubah dan Bambang Suryadi, 2007).

Berdasarkan pra-riset di MA NU 04 Al Ma'arif Boja, pembelajaran fisika didominasi oleh metode ceramah. Bahan ajar yang digunakan berupa buku paket dari sekolah. Hasil angket yang dibagikan kepada peserta didik menunjukkan indikasi rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai rata-rata Penilaian Tengah Semester (PTS) sebesar 54,73. Soal-soal yang digunakan dalam PTS menggunakan indikator berpikir kritis, sehingga hal tersebut dapat

dijadikan landasan bahwa peserta didik dalam sekolah tersebut memiliki kemampuan berpikir kritis rendah.

Gelombang Bunyi diangkat sebagai materi dalam modul digital yang dikembangkan karena materi tersebut dianggap tepat untuk direview oleh 69% peserta didik peserta didik dibandingkan dengan materi lain pada kelas XI semester 1. Hal tersebut juga diperkuat dengan hasil wawancara dengan guru pengampu mata pelajaran fisika pada kelas tersebut yang mengatakan bahwa materi gelombang bunyi merupakan materi yang cukup sulit bagi peserta didik dan tepat untuk diriview kembali (Hasil Wawancara, 30 Mei 2023).

B. Identifikasi Masalah

Berangkat dari latar belakang yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mata pelajaran fisika masih dianggap sulit oleh peserta didik.
2. Pembelajaran fisika kurang interaktif.
3. Pembelajaran fisika masih berorientasi pada penghafalan rumus tanpa implementasi dan konsep.
4. Kemampuan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah.
5. Belum adanya bahan ajar fisika yang dapat membantu peserta didik untuk belajar secara mandiri.

6. Belum adanya bahan ajar fisika dengan pendekatan yang berorientasi pada peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

C. Pembatasan Masalah

Peneliti ini memiliki Batasan masalah sebagai berikut:

1. Materi yang dikembangkan dibatasi pada materi gelombang bunyi meliputi: pengertian gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, dawai, pipa organa, intensitas bunyi, taraf intensitas bunyi, dan Efek Doppler.
2. Implementasi modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme dibatasi hanya pada Kelas XI MIPA MA NU 04 Al Ma'arif Boja.
3. Indikator KBK hanya dibatasi pada indikator membangun keterampilan dasar, indikator menyusun strategi dan taktik, serta indikator menyimpulkan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dituliskan, maka masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi?

2. Bagaimana respons peserta didik terhadap modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi?
3. Bagaimana peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi?.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Untuk menghasilkan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi yang layak digunakan bagi peserta didik.
2. Untuk mendapatkan respons peserta didik terhadap modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi.
3. Untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi.

F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya:

1. Bagi peserta didik
 - a. Modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi gelombang bunyi.

- b. Peserta didik dapat memperoleh pengetahuannya sendiri.
 - c. Peserta didik akan mengalami kenaikan kemampuan berpikir kritis.
2. Bagi Guru
- a. Sebagai bahan pertimbangan untuk dijadikan sumber belajar peserta didik.
 - b. Dapat menjadi referensi bagi guru dalam menyampaikan materi gelombang bunyi.
3. Bagi Sekolah
- Memberikan referensi bagi sekolah terkait prinsip *contextual learning and teaching* berbasis pendekatan konstruktivisme.
4. Bagi Peneliti
- a. Dapat menambah wawasan dan pengalaman peneliti dalam mengembangkan sumber belajar.
 - b. Dapat memantik inovasi dan kreativitas peneliti dalam mengembangkan sumber belajar yang baru.

G. Asumsi Pengembangan

Penelitian pengembangan Modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme dirancang berdasarkan hal-hal berikut:

1. Penelitian ini akan menggunakan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE.

2. Model ADDIE tersusun dari beberapa tahap, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (Chang, 2006). Hasil akhir dari penelitian ini berupa modul digital fiika berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi. Modul digital tersebut berkualitas baik berdasarkan validasi yang diberikan ahli dan respons dari peserta didik sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.
3. Validasi yang dilakukan menggambarkan kondisi yang sebenar-benarnya tanpa adanya paksaan, rekayasa, dan intervensi dari pihak manapun. Hasil kesepakatan ahli menunjukkan tingkat validitas produk melalui analisis *Aikens'V*.
4. Validator yang terdiri dari ahli fisika, layout dan desain pada modul digital ini memiliki pengetahuan, pengalaman, dan berkompeten dalam mengembangkan modul digital menarik dan efektif sebagai bahan ajar.
5. Modul digital yang dikembangkan berfungsi sebagai bahan belajar mandiri mata pelajaran fisika materi gelombang bunyi berbasis pendekatan konstruktivisme.

H. Spesifikasi Produk yang dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme ini berisi materi gelombang bunyi yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.
2. Modul digital dikembangkan dalam bentuk website sebagai bentuk gerakan digitalisasi.
3. Komponen modul digital terdiri dari halaman awal, halaman menu, *pre-test*, materi (terdiri dari tujuh *chapter*), *post-test*, konten apersepsi, konten fakta menarik, dan konten “Cari Tahu Yuk!”.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Kemampuan Berpikir Kritis

Berpikir merupakan keterampilan yang tidak dapat dikembangkan dengan sendirinya, perlu adanya suasana dan lingkungan yang mendukung supaya dapat menstimulasi keterampilan tersebut. Berpikir juga dapat diartikan sebagai suatu jalan dalam mencapai tujuan tertentu melalui keaktifan pribadi yang dimiliki manusia (Ariyati, 2012). Melalui proses berpikir, manusia akan menemukan hal baru dan mengetahui hubungan antar sesuatu.

Kemampuan berpikir kritis adalah proses mental dalam mengevaluasi dan menganalisis informasi. Informasi tersebut dapat diperoleh melalui pengalaman, pengamatan, akal sehat, dan komunikasi antar individu. Selain itu berpikir kritis juga merupakan penyelidikan yang dilakukan untuk mengeksplorasi fenomena, situasi, dan masalah untuk merancang hipotesis dan konklusi dari informasi yang diyakini kebenarannya (Ariyati, 2012).

Berpikir kritis dapat dikembangkan dalam proses pembelajaran melalui strategi pembelajaran yang tepat. Kemampuan berpikir kritis juga dapat dilatih dengan

mempersoalkan mengapa dan bagaimana terhadap hal-hal yang didengar dan dilihat.

Kemampuan berpikir kritis menurut Ennis dapat dibentuk melalui aktivitas-aktivitas berikut (Robert Hugh Ennis, 1996):

- 1) mencari fakta yang jelas dari setiap pertanyaan;
- 2) mencari alasan ketika dihadapkan pada suatu masalah yang belum bisa terselesaikan;
- 3) berupaya mencari informasi dengan bijak;
- 4) menggunakan sumber informasi yang berkredibilitas;
- 5) merelevansikan gagasan pribadi dengan gagasan utama;
- 6) tetap berorientasi pada kepentingan yang bersifat mendasar;
- 7) mencari alternatif;
- 8) memiliki pola pikir dan sikap yang terbuka;
- 9) berani menyatakan sikap untuk melakukan sesuatu ketika telah memiliki landasan yang cukup;
- 10) mencari sumber informasi (penjelasan secara langsung) sebanyak mungkin;
- 11) memiliki pola pikir dan sikap yang sistematis.

Adapun Indikator-indikator kemampuan berpikir kritis adalah sebagai berikut (Robert Hugh Ennis, 1996):

- 1) mampu merumuskan keterampilan dasar

- 2) mampu memiliki argument yang relevan, logis, dan akurat;
- 3) mampu memiliki beberapa solusi taktis dalam menyelesaikan suatu masalah;
- 4) mampu memberikan kesimpulan atas permasalahan-permasalahan.

2. Pendekatan Konstruktivisme

a. Pengertian Pendekatan Konstruktivisme

Sistem pendidikan yang efektif dan mampu mengajak peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran, masih menjadi tugas besar pendidik yang belum banyak terealisasikan. Sebagai upaya dalam merealisasikan hal tersebut, perlu adanya pendekatan pembelajaran yang mampu membawa peserta didik supaya dapat terlibat aktif dalam setiap pembelajaran. Salah satu pendekatan tersebut adalah pendekatan konstruktivisme. Konstruktivisme dalam psikologi pendidikan didefinisikan sebagai suatu kondisi dimana guru tidak hanya memberikan pengetahuan kepada peserta didik, tetapi peserta didik juga harus mampu melahirkan pengetahuannya sendiri. Artinya, guru dalam hal ini berperan sebagai fasilitator yang memberikan kemudahan bagi peserta didik untuk menemukan dan melahirkan ide-ide mereka sehingga

mereka mampu menemukan strategi belajar yang sesuai dengan diri mereka (Jabir & Laganing, n.d.).

Pendekatan konstruktivisme merupakan suatu proses pembelajaran yang diawali dengan munculnya konflik kognitif (Karli, 2002). Konflik kognitif merupakan konflik yang dapat diatasi melalui pengetahuan diri (*self-regulation*). Sehingga pada akhir pembelajaran, peserta didik mampu membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman hasil belajarnya. Sejalan dengan itu, pengertian lain mengatakan bahwa pendekatan konstruktivisme merupakan pendekatan yang berorientasi pada pembangunan pengetahuan dan bukan menerima pengetahuan dari orang lain (Sutardi, 2007).

Berdasarkan definisi-definisi yang disebutkan, dapat disimpulkan bahwa pendekatan konstruktivisme adalah pendekatan pembelajaran yang berorientasi pembangunan pengetahuan secara mandiri yang dilakukan oleh peserta didik. Sedangkan guru dalam hal ini hanya berperan sebagai fasilitator atau pendamping proses pembangunan pengetahuan tersebut. Selain itu, pendekatan konstruktivisme juga memberikan implikasi bahwa pengetahuan tidak ditransfer begitu saja dari guru ke peserta didik, melainkan peserta didik

juga harus turut terlibat aktif dalam membangun pengetahuannya sendiri (Jabir & Laganing, n.d.)

b. Tahapan-tahapan dalam pendekatan konstruktivisme

Aspek-aspek yang perlu diperhatikan ketika guru mengacu pada pendekatan konstruktivisme. Guru harus mengakui bahwa pengetahuan tidak lahir dari proses pembelajaran pasif, mengakui bahwa peserta didik memiliki konsepsi awal yang didapatkan melalui pengalaman, menitikberatkan pada kemampuan *minds-on* dan *hands-on*, dan mengutamakan adanya interaksi sosial antara guru dengan peserta didik maupun antara peserta didik dengan peserta didik (Karli, 2002).

Tahapan dalam mengimplementasikan pendekatan konstruktivisme diantaranya adalah Apersepsi, Eksplorasi, Diskusi dan Penjelasan Konsep, serta Pengembangan dan Aplikasi Konsep (Karli, 2002). *Pertama* (tahap apersepsi), guru memberikan pertanyaan dengan tujuan untuk memantik peserta didik supaya mengungkapkan pengetahuan yang dimilikinya (pertanyaan harus sesuai dengan materi yang diajarkan). *Kedua*, (tahap eksplorasi), peserta didik diberi kesempatan untuk menyelidiki, menganalisis, dan menemukan sendiri konsep yang akan dibahas. Tahap eksplorasi peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok dengan tujuan untuk memperkaya

pengetahuan peserta didik melalui pengalaman rekannya. *Ketiga* (tahap diskusi dan penjelasan konsep), pada tahap ini guru dan peserta didik mendiskusikan hal-hal yang didapatkan pada tahap eksplorasi. Selain itu, pada tahap ini juga peserta didik harus menyimpulkan hal-hal yang telah didiskusikan. *Keempat* (tahap pengembangan dan aplikasi konsep), pada tahap ini guru memberikan beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan materi yang telah dibahas.

c. Karakteristik Pendekatan Konstruktivisme

Berikut adalah karakteristik pendekatan konstruktivisme (Masgumelar & Mustafa, 2021):

- 1) peserta didik belajar secara aktif (*active learning*);
- 2) peserta didik terlibat dalam pembelajaran yang bersifat situasional dan otentik;
- 3) pembelajaran menantang dan menarik;
- 4) peserta didik dipantik untuk mengaitkan pengetahuan lama dengan pengetahuan baru (*bridging*);
- 5) peserta didik dipantik untuk merefleksikan pengetahuan yang sedang dipelajari;
- 6) guru berperan sebagai fasilitator guna membantu proses pembangunan pengetahuan peserta didik.
- 7)

d. Kelebihan dan Kekurangan Pendekatan Konstruktivisme

Pendekatan konstruktivisme memiliki beberapa kelebihan yang meliputi:

- 1) pendekatan konstruktivisme memberi membentuk relevansi antara pengalaman dan gagasan yang dimiliki peserta didik;
- 2) pendekatan konstruktivisme memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pengetahuannya secara eksplisit dengan bahasanya sendiri;
- 3) pendekatan konstruktivisme memberi kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif, dan inovatif mengenai masalah atau pertanyaan yang diberikan oleh guru;
- 4) pendekatan konstruktivisme mendorong peserta didik untuk dapat tampil percaya diri;
- 5) pendekatan konstruktivisme mendorong peserta didik untuk mengeluarkan gagasan baru yang berkaitan dengan materi yang diajarkan;
- 6) pendekatan konstruktivisme mendorong terciptanya lingkungan belajar yang kondusif yang mendukung peserta didik untuk saling menyimak dan bertukar gagasan;

7) pendekatan konstruktivisme mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri.

Adapun kekurangan dari pendekatan konstruktivisme adalah sebagai berikut:

- 1) pendekatan konstruktivisme mendorong peserta didik untuk membangun pengetahuannya sendiri, namun tidak jarang pengetahuan yang dibangun tidak sesuai dengan konstruksi pengetahuan yang dibangun para ilmuwan sehingga akan menimbulkan miskonsepsi;
- 2) pendekatan konstruktivisme membutuhkan waktu yang relatif lama bagi peserta didik dalam membangun pengetahuannya dan setiap peserta didik membutuhkan penanganan yang berbeda.

3. Modul Pembelajaran

a. Pengertian Modul Pembelajaran

Bahan ajar memegang peran penting dalam dunia pendidikan, tidak heran apabila banyak tenaga pendidik yang berlomba-lomba untuk berinovasi untuk membuat bahan ajar yang efektif. Modul pembelajaran dalam hal ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam menciptakan bahan ajar yang efektif.

Modul merupakan bahan ajar sistematis yang dikemas dalam satuan pembelajaran terkecil dan mampu untuk dipelajari secara mandiri dengan tujuan supaya

peserta didik mampu menguasai kompetensi tertentu yang akan diajarkan (S.Sirate & Ramadhana, 2017). Definisi lain mengatakan bahwa modul pembelajaran merupakan satuan program belajar dan mengajar skala kecil dan dipelajari oleh siswa secara mandiri dan individu (*self-instructional*) (W.S. Winkel, 1996). Berdasarkan dua definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa modul merupakan bahan ajar yang dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik.

Secara kompleks, modul didefinisikan sebagai suatu bahan ajar yang dirancang melalui proses pengorganisasian materi untuk mencapai tujuan pembelajaran. Pengorganisasian tersebut memuat *sequencing* yang berorientasi pada penyusunan materi pembelajaran dan *synthesizing* yang berorientasi pada usaha dalam menunjukkan kepada peserta didik terkait hubungan antara konsep, fakta, prosedur, dan prinsip yang termuat dalam materi pembelajaran (Indriyanti, n.d.).

Berdasarkan definisi-definisi yang telah disampaikan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran adalah salah satu bahan ajar yang dikemas secara sistematis sehingga dapat memudahkan peserta didik untuk belajar secara mandiri.

b. Manfaat Modul Pembelajaran

Modul sebagai bahan ajar, tentu memiliki kelebihan yang membedakan antara modul dengan bahan ajar lain.

Berikut adalah manfaat dari modul sebagai bahan ajar:

- 1) melatih peserta didik untuk dapat belajar secara mandiri;
- 2) mengasah kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui rangkaian materi yang telah dirancang;
- 3) memberikan kelonggaran waktu kepada peserta didik sehingga mampu terselenggaranya pendidikan yang teratur;
- 4) modul dapat digunakan dimanapun dan kapanpun sesuai dengan kebutuhan siswa.

c. Karakteristik Modul Pembelajaran

Selain manfaat yang telah disebutkan, modul juga memiliki beberapa karakteristik diantaranya (Harta et al., 2014):

- 1) modul mampu memberikan umpan balik kepada peserta didik sehingga peserta didik dapat segera melakukan perbaikan;
- 2) modul memiliki tujuan pembelajaran yang jelas sehingga mampu mencapai kompetensi yang telah ditentukan;

- 3) persaingan atau konflik antar peserta didik dapat diminimalisir karena modul mengarahkan peserta didik untuk belajar secara mandiri;
- 4) modul mampu memberikan warna berbeda dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik;
- 5) modul bersifat fleksibel sehingga dapat dipelajari dengan kecepatan yang sesuai dengan kemampuan peserta didik.

Berdasarkan manfaat dan karakteristik yang dimiliki oleh modul dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam menciptakan bahan ajar yang efektif.

d. Modul Digital (*Electronic Module*)

Modul digital merupakan suatu penyajian bahan ajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam komponen penerimaan terkecil dengan tujuan untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu yang disajikan ke dalam dimensi elektronik dan di dalamnya memuat animasi, audio, perjalanan yang mampu membuat peserta didik lebih interaktif dalam melakukan pembelajaran (Sugianto et al., 2017). Pengertian lain mendefinisikan modul digital sebagai bahan ajar yang memuat metode, evaluasi, materi, dan batasan-batasan yang dirancang secara menarik dan sistematis untuk mencapai suatu kompetensi tertentu dan dikemas secara digital (Fausih & Danang, 2015).

Berdasarkan dua definisi tersebut, modul digital dapat disimpulkan sebagai suatu bahan ajar digital yang dirancang secara sistematis dengan tujuan untuk membentuk pola belajar mandiri bagi peserta didik. Sehingga peserta didik akan terpantik untuk dapat menyelesaikan masalahnya sendiri.

Modul digital mampu dijadikan alternatif dalam meningkatkan kemandirian dan pengetahuan peserta didik. Modul digital juga menyajikan objek dan fenomena yang terjadi di alam dan kemudian divisualisasikan dalam ruang kelas. Karakteristik modul digital adalah sebagai berikut (Fausih & Danang, 2015).

1) *Self Instructional*

Self Instructional dapat diartikan sebagai suatu kondisi dimana peserta didik secara mandiri mampu untuk memahami pelajaran tanpa pengajaran yang masif dari guru.

2) *Stand Alone*

Stand Alone merupakan kondisi dimana Modul digital dapat digunakan sendiri sebagai bahan ajar tanpa dukungan bahan ajar lain.

3) *Self Contained*

Self Contained merupakan kondisi dimana dalam modul digital memuat materi pembelajaran secara

keseluruhan dengan mengacu pada kompetensi tertentu.

4) Adaptif

Adaptif merupakan suatu kondisi dimana modul digital berperan sebagai bahan ajar yang menyesuaikan dengan karakteristik peserta didik.

5) Konsistensi

Konsistensi merupakan suatu kondisi dimana penulisan huruf, tata letak, dan penggunaan spasi dalam modul digital harus sama (konsisten).

6) *User Friendly*

User Friendly merupakan suatu kondisi dimana modul digital harus bersahabat dengan pemakainya.

4. Modul Digital Berbasis Pendekatan Konstruktivisme untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Indikator merumuskan keterampilan dasar mampu ditingkatkan melalui modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme dengan memberikan ruang kepada peserta didik untuk menjadi pembelajar aktif dalam mencari pengetahuan sesuai dengan pengalaman yang telah didapatkan sebelumnya (Yuliani et al., 2021). Hal tersebut sesuai dengan karakteristik pendekatan konstruktivisme

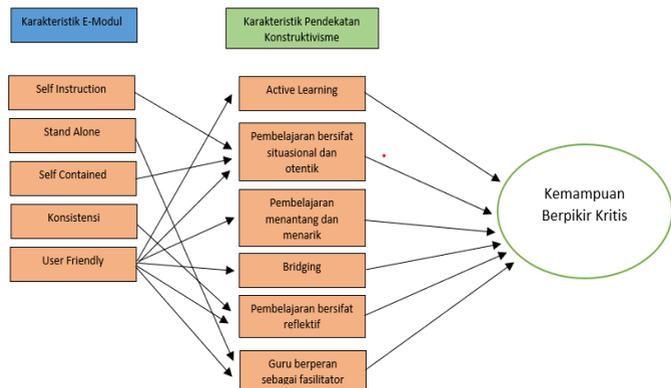
yaitu menyajikan pembelajaran secara aktif kepada peserta didik.

Indikator memiliki argument yang relevan, logis, dan akurat mampu ditingkatkan melalui modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme dengan melatih peserta didik untuk berpikir cara mengaitkan beberapa konsep dalam materi gelombang bunyi dan kemudian mampu memberikan penjelasan mengenai konsep tersebut dengan percaya diri (Yuliani et al., 2021). Hal tersebut sesuai dengan karakteristik pendekatan konstruktivisme yaitu memantik peserta didik untuk mengaitkan pengetahuan lama dengan pengetahuan baru dan memantik peserta didik untuk tampil percaya diri.

Indikator mampu memiliki beberapa solusi taktis dalam menyelesaikan suatu masalah mampu ditingkatkan melalui modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme dengan memberikan ruang kepada peserta didik untuk menentukan tahap dalam menyelesaikan masalah secara mandiri dan menganalisis permasalahan sehingga peserta didik dapat mengetahui kesulitannya dalam belajar (Yuliani et al., 2021). Hal tersebut sesuai dengan karakteristik modul yaitu *self instructional* dan karakteristik pendekatan konstruktivisme yaitu mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri.

Indikator mampu memberikan kesimpulan atas permasalahan-permasalahan dapat ditingkatkan melalui modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme, karena pembelajaran dengan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme membantu peserta didik untuk memahami konsep dan mampu memberikan kesimpulannya sendiri dengan benar (Yuliani et al., 2021). Hal tersebut sesuai dengan karakteristik modul yaitu *self instructional* dan karakteristik pendekatan konstruktivisme yaitu mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri.

Hubungan modul digital dan pendekatan konstruktivisme terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dilihat dalam gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hubungan modul digital dan Pendekatan Konstruktivisme terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik

5. Gelombang Bunyi

Gelombang merupakan osilasi/getaran yang merambat. Sedangkan gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal yang perambatannya membutuhkan medium (Nya Daniaty Malau, 2018). Sesuai dengan silabus fisika kelas XI Kurikulum 2013, materi gelombang bunyi terdiri dari sub materi cepat rambat bunyi, pipa organa, dawai, intensitas bunyi, taraf intensitas bunyi, dan Efek Doppler.

a) Cepat Rambat Bunyi

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

Persamaan cepat rambat bunyi dapat dilihat pada persamaan 2.1.

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

v = Cepat rambat gelombang (m/s)

s = Jarak sumber bunyi ke pendengar (m)

t = Waktu (t)

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

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

Maka persamaan 2.1 dapat berubah menjadi persamaan 2.3

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

Keterangan:

v = Cepat rambat gelombang (m/s)

λ = Panjang gelombang (m)

f = Frekuensi (Hz)

Cepat rambat bunyi ditinjau dari mediumnya:

a) Medium cair

Cepat rambat bunyi pada medium cair bergantung pada massa jenis benda dan modulus bulk benda tersebut. Modulus bulk adalah konstanta material dan memiliki dimensi yang sama dengan modulus Young. Air bersifat

menekan dan memiliki hubungan antara gaya F dan perubahan volume air V (Hirose & Lonngren, 2010). Persamaan cepat rambat bunyi medium cair sesuai dengan persamaan 2.4.

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

Keterangan:

v = cepat rambat bunyi (m/s)

B = modulus Bulk (N/m²)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m³)

b) Medium Padat

Gelombang suara membutuhkan media tekan (rarefaktif). Gelombang bunyi dalam benda padat dapat muncul karena padatan bersifat tekan elastis (Hirose & Lonngren, 2010). Cepat rambat bunyi pada medium padat bergantung pada massa jenis zat padat dan modulus young. Persamaan cepat rambat bunyi medium padat dapat dilihat pada persamaan 2.5.

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (2.5)$$

v = cepat rambat bunyi (m/s)

E = modulus Young (N/m²)

ρ = massa jenis zat padat (kg/m³)

c) Medium Gas

Gelombang bunyi di medium gas atau udara merupakan fenomena gelombang yang paling sering dijumpai oleh manusia. Telinga manusia dapat mendeteksi gelombang bunyi dengan frekuensi mulai dari sekitar 20 Hz hingga 20 kHz (audiosonik).

Gelombang bunyi dapat terjadi dengan benda-benda fisik yang beresilasi atau bergetar. Contoh sederhananya adalah ketika manusia berbicara, pita suara manusia akan bergetar untuk melakukan gerakan menekan pada molekul di udara (Hirose & Lonngren, 2010). Cepat rambat bunyi medium gas bergantung pada jenis gas dan suhu sesuai dengan persamaan 2.6.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{Mr}} \quad (2.6)$$

v = cepat rambat bunyi (m/s)

γ = tetapan Laplace

R = tetapan gas umum (J/mol K)

T = suhu mutlak (K)

Mr = massa molekul relatif (Kg/mol)

1) Pipa Organa

Pipa organa adalah bentuk pipa yang memiliki rongga di dalamnya. Terdapat dua jenis

pipa organa, yaitu pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup (Paul A. Tipler, 1998).

a) Pipa Organ Terbuka

Pipa organa terbuka merupakan pipa organa yang terbuka di kedua ujungnya, dimana kedua ujungnya tersebut merupakan titik perut. Frekuensi dasar pipa organa terbuka f_1 mempunyai pola gelombang berdiri dengan satu titik simpul di tengah-tengahnya dan titik-titik perut di kedua ujungnya, sehingga frekuensi dasar pipa organa terbuka memiliki satu simpul dan dua perut.

Jarak antara dua titik perut yang berurutan yaitu $\frac{1}{2} \lambda$, dimana jarak tersebut sama dengan panjang pipa (L) sesuai dengan gambar 2.2 (a). Hal tersebut kemudian diperoleh persamaan 2.7.

$$\lambda_0 = 2L \quad (2.7)$$

Frekuensi memiliki hubungan dengan cepat rambat bunyi sesuai dengan persamaan 2.3, maka diperoleh persamaan 2.8.

$$f_0 = \frac{v}{2L} \quad (2.8)$$

Apabila Sepanjang pipa organa terbuka terbentuk panjang gelombang sebesar λ seperti

gambar 2.2. (b), maka akan membentuk persamaan 2.9.

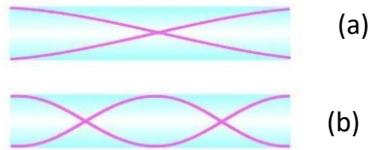
$$\lambda_1 = L \quad (2.9)$$

Sehingga untuk frekuensi nada dasar atau pola harmonik pertama dapat dituliskan sesuai dengan persamaan 2.10.

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

Sehingga setiap frekuensi pada nada ke-n akan memenuhi persamaan 2.11.

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{v}{2L/n} = n \frac{v}{2L} \quad (n = 0, 1, 2, 3, , dst) \quad (2.11)$$



Gambar 2.2 Pipa organa Terbuka. (a) Nada dasar. (b) Nada atas pertama

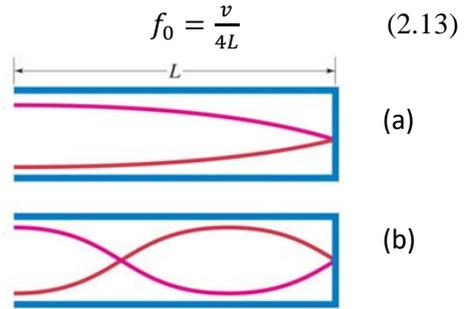
b) Pipa Organa Tertutup

Apabila sepanjang pipa organa terbentuk $\frac{1}{4}$ gelombang seperti gambar 2.3(a), maka akan menghasilkan nada dasar dengan persamaan 2.12.

$$\lambda_0 = 4L \quad (2.12)$$

Sesuai hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang, maka untuk frekuensi nada dasar

pada pipa organa tertutup dapat dilihat pada persamaan 2.13.



Gambar 2.3 Pipa Organa Tertutup. (a) Nada dasar (b) nada atas pertama

Sedangkan apabila sepanjang pipa organa tertutup terbentuk $\frac{3}{4}$ gelombang seperti gambar 2.3 (b), maka nada yang terbentuk adalah nada atas pertama. Besar panjang gelombang dapat dilihat sesuai dengan persamaan 2.14.

$$\lambda_1 = \frac{4}{3}L \quad (2.14)$$

Sehingga frekuensi pipa organa tertutup untuk nada atas pertama memiliki persamaan sesuai dengan persamaan 2.15.

$$f_1 = \frac{3v}{4L} \quad (2.15)$$

Berdasarkan persamaan-persamaan di atas, persamaan frekuensi pipa organa pada nada ke- n dapat dilihat pada persamaan 2.16.

$$f_n = (2n + 1) \frac{v}{4L} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots, dst) \quad (2.16)$$

2) Bunyi pada Dawai

Dawai merupakan alat getar yang terdapat pada biola maupun gitar. Getaran tersebut akan menghasilkan bunyi dengan nada tertentu yang bergantung pada jumlah gelombang yang dimiliki dawai tersebut (Gemilang, 2013). Hubungan antara panjang dawai (l) dan panjang gelombang (λ) dirumuskan pada persamaan 2.17.

$$L = \frac{1}{2} \lambda_0 \quad (2.17)$$

a) Cepat rambat bunyi pada dawai

Cepat rambat bunyi pada dawai dapat dirumuskan sesuai dengan persamaan 2.18.

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

v = cepat rambat bunyi (m/s)

F = Tegangan tali pada dawai (N)

μ = massa persatuan panjang (kg/m)

L = Panjang dawai (m)

b) Nada dasar (f_0)

Frekuensi nada dasar pada dawai dapat dilihat pada persamaan 2.19.

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2L} \quad (2.19)$$

Apabila memasukkan persamaan 2.17 dan 2.18 ke dalam persamaan 2.19, maka persamaan nada

dasar pada dawai dirumuskan pada persamaan 2.20.

$$f_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.18)$$

c) Nada atas pertama (f_1)

Frekuensi nada atas pertama pada dawai dapat dilihat pada persamaan 2.21.

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{L} \quad (2.21)$$

Apabila memasukkan persamaan 2.17 dan 2.18 ke dalam persamaan 2.21, maka persamaan nada atas pertama pada dawai dirumuskan pada persamaan 2.22.

$$f_1 = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2.22)$$

d) Frekuensi nada atas ke-n

Berdasarkan dari persamaan-persamaan sebelumnya, untuk persamaan frekuensi nada atas ke-n dapat dituliskan sesuai dengan persamaan 2.23.

$$f_n = \frac{(n+1)v}{2} \quad (2.23)$$

3) Intensitas Bunyi

a) Intensitas Gelombang Bunyi

Intensitas gelombang bunyi didefinisikan sebagai energi bunyi tiap sekon yang menembus bidang pada setiap satuan luas

permukaan yang dilakukann secara tegak lurus. Secara matematis, intensitas gelombang bunyi dirumuskan dengan persamaan 2.24.

$$I = \frac{P}{A} \quad (2.24)$$

Keterangan:

I = Intensitas bunyi ($\frac{w}{m^2}$)

P = Daya (w)

A = Luas permukaan (m^2)

b) Taraf Intensitas Bunyi

Rata-rata intensitas gelombang bunyi yang dapat didengar oleh manusia adalah $10^{-12} w/m^2$ yang kemudian dikenal dengan ambang pendengaran. Sedangkan intensitas terbesar bunyi yang masih dapat didengar manusia tanpa menimbulkan rasa sakit adalah $10^{-12} w/m^2$ (Budiyanto, 2009).

Alternatif untuk dapat untuk mengetahui intensitas bunyi adalah dengan membandingkan intensitas bunyi dengan harga ambang pendengaran yang dirumuskan dalam persamaan 2.25.

$$TI = 10 \log \log \frac{I}{I_0} \quad (2.25)$$

Keterangan:

TI = Taraf intensitas bunyi (dB)

I_0 = harga ambang intensitas bunyi ($\frac{w}{m^2}$)

I = Intensitas bunyi ($\frac{w}{m^2}$)

4) Efek Doppler

Efek Doppler terjadi ketika ketika pengamat dalam keadaan bergerak dan sumber dalam keadaan diam maupun sebaliknya. Apabila pengamat menjauhi sumber, nada yang dihasilkan lebih rendah. Sedangkan apabila pengamat mendekati sumber, nada yang dihasilkan lebih tinggi (Budiyanto, 2009). Persamaan frekuensi gelombang yang terjadi pada peristiwa Efek Doppler sesuai dengan persamaan 2.26.

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s \quad (2.26)$$

Keterangan:

f_p = Frekuensi yang diterima pendengar

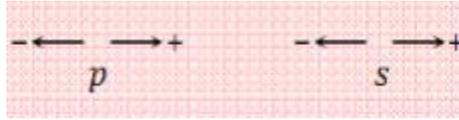
f_s = Frekuensi yang dihasilkan sumber

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

v_p = Kecepatan pendengar (m/s)

v_s = Kecepatan sumber bunyi (m/s)

Penggunaan tanda (+) dan (-) dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Penggunaan tanda tanda (+) dan (-) pada Efek Doppler

Keterangan tanda:

$v_p (+)$ = Jika pendengar mendekati sumber bunyi

$v_p (-)$ = Jika pendengar menjauhi sumber bunyi

$v_s (+)$ = Jika sumber bunyi menjauhi pendengar

$v_s (-)$ = Jika sumber bunyi mendekati pendengar

Apabila sumber bunyi bergerak menjauhi atau mendekati pengamat yang diam, maka panjang gelombang yang teramati akan mengalami perubahan. Sedangkan gelombang bunyinya tetap karena kecepatan gelombang bunyi bergantung pada mediumnya (Satriawan, 2012).

B. Kajian Penelitian yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Sri Maiyena, Marjoni Imamora, dan Eza Rahayu Putri (2020). Penelitian tersebut mengembangkan modul digital fisika dengan

model pengembangan 4D dengan rata-rata nilai validitas 89,08 % (Maiyena & Imamora, 2020). Materi yang diangkat dalam penelitian oleh Maiyena adalah suhu dan kalor, sedangkan materi yang diangkat dalam penelitian ini adalah gelombang bunyi. Penelitian yang dilakukan Maiyena juga memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan dikembangkan, yaitu dengan menggunakan pendekatan konstruktivisme.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Yennita Yuliani, Hasanuddin, Safrida, Khairil, dan Andi Ulfa Tenri Pada (2021). Penelitian tersebut mengimplementasikan modul sistem eksresi berbasis konstruktivisme untuk meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik. Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dikembangkan terletak pada tujuan penelitian yaitu untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Nilai rata-rata yang dihasilkan dari pre-test dan post-test pada kelas eksperimen sebesar 28,35 (pre-test) dan 75,35 (post-test). Sedangkan pada kelas kontrol sebesar 27,58 (pre-test) dan 57,69 (post-test). Hal tersebut menunjukkan hasil peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang signifikan pada kelas yang menggunakan modul berbasis pendekatan konstruktivisme (Yuliani et al., 2021).

3. Penelitian yang dilakukan oleh Matanluk dkk. Hasil dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa modul dengan pendekatan konstruktivisme dapat meningkatkan konsentrasi, minat, kemampuan dalam berpikir kritis dan kreatif peserta didik (Matanluk et al., 2013)
4. Penelitian yang dilakukan oleh Fitria Wahyu Pinilih, Mohammad Masykuri, dan Suparmi (2016). Hasil dalam penelitian tersebut diketahui bahwa modul elektronik berbasis salingtemas yang telah disusun dapat bermanfaat dalam kegiatan belajar dan mengajar fisika materi pemanasan global dengan peningkatan rata-rata hasil tes 73,54 (pretest) menjadi 89,95 (post test) (Pinilih & Masykuri, 2016). Penelitian tersebut memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu bahan ajar yang dikembangkan sampai pada tahap implementasi. Penelitian tersebut juga memiliki perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu terletak pada basis media yang dikembangkan. Media yang dikembangkan oleh Wahyu dkk berbasis Salingtemas, sedangkan basis media yang akan dikembangkan berbasis pendekatan konstruktivisme.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Dewi Syaharah Syahiddah, Pramudya Dwi AP, dan Bambang Supriadi

(2021). Penelitian tersebut valid dengan skor 3, 54 dan persentase sebesar 89%. Skor dan persentase tersebut tergolong tinggi sehingga layak dijadikan sebagai bahan ajar di sekolah-sekolah (Syarah Syahiddah et al., 2021). Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilakukan terdapat pada basis pengembangan media yang digunakan. Penelitian tersebut dengan basis *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)*, sedangkan penelitian ini dengan basis pendekatan konstruktivisme.

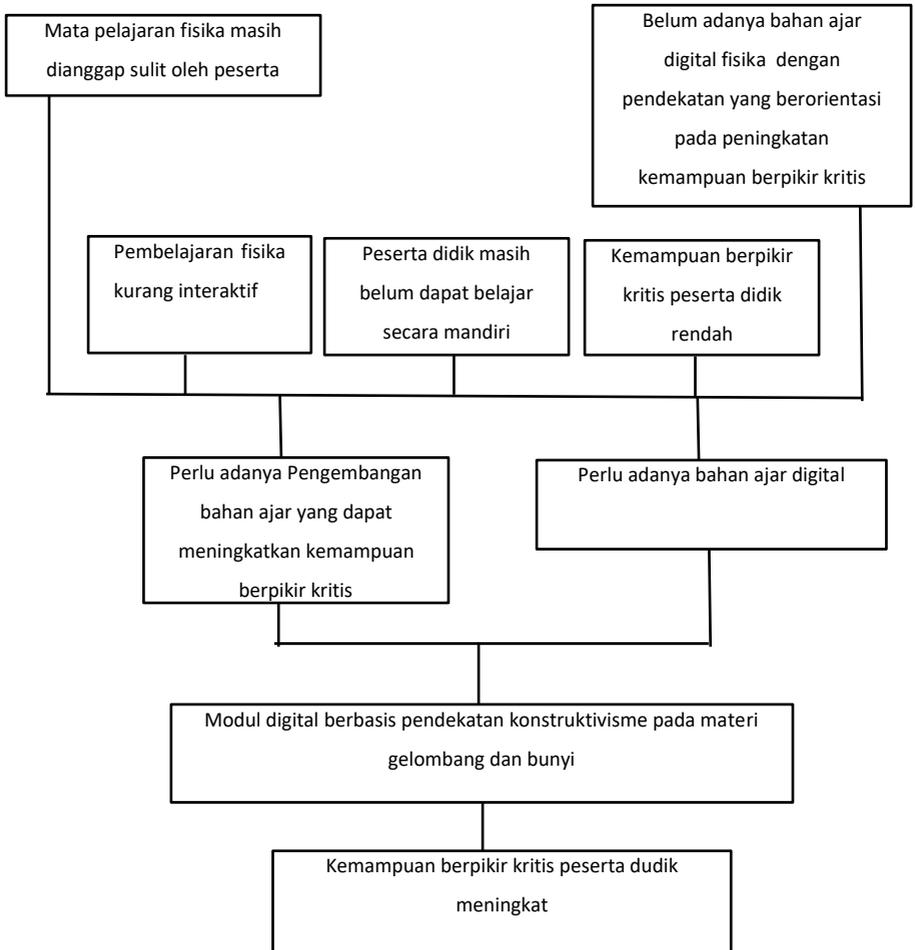
6. Penelitian yang dilakukan oleh Nurul Lathifah, Ashari, dan Eko Setyadi Kurniawan (2020). Penelitian tersebut *e-modul* fisika dengan persentase validitas 83,3% untuk aspek kelayakan dengan kategori cukup baik, aspek kebahasaan 75% dengan kategori cukup baik, aspek tampilan desain layar 93,7% dengan kategori baik, aspek kelayakan isi 91,7% dengan kategori baik, aspek kebahasaan 83,3 % dengan kategori cukup baik, dan aspek kemanfaatan 75% dengan kategori cukup baik (Latifah et al., 2020). *e-modul* fisika dalam penelitian tersebut juga mendapatkan respons yang baik dari peserta didik dengan rata-rata persentase sebesar 84,2% dan termasuk dalam klasifikasi baik. Kesamaan penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilakukan

terletak pada batasan masalah, yaitu sampai tahap implementasi kepada peserta didik.

C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan pra-riset yang telah dilakukan di kelas XII MA NU 04 Al Ma'arif Boja., kemampuan berpikir kritis peserta didik tergolong rendah. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan sesuai dengan keadaan zaman (digitalisasi).

Modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme merupakan bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kelebihan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme adalah mampu memberi kesempatan kepada peserta didik untuk melahirkan pengetahuannya sendiri, mampu menyampaikan apa yang diketahuinya secara eksplisit dengan bahasanya sendiri, dan secara tidak langsung dapat meningkatkan daya kritis peserta didik. Kerangka berpikir dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

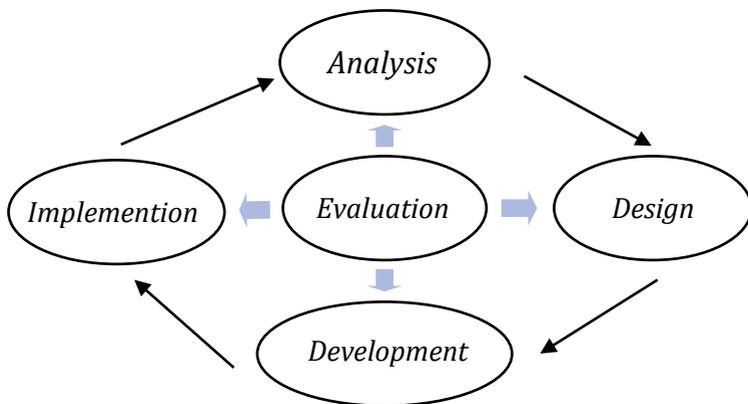
Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Research and Development (R&D)* atau penelitian dan pengembangan. Penelitian *Research and Development* sendiri merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk tertentu dan menguji efektivitas produk tersebut (Hanafi, 2017). Dalam sektor pendidikan, *Research and Development* biasanya digunakan untuk memvalidasi atau mengembangkan produk-produk tertentu yang digunakan dalam proses pembelajaran. Jenis penelitian *Research and Development* dalam hal ini akan dijadikan sebagai landasan dalam mengembangkan bahan ajar berupa *Electronic Modul* (Modul digital) berbasis pendekatan konstruktivisme.

Adapun model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan *Analysis, Design, Develop, Implement, and Evaluate (ADDIE)*. Model pengembangan ADDIE sendiri adalah model pengembangan yang berpedoman pada pengembangan perangkat pembelajaran yang dinamis dan efektif (Sari, 2017). Model pengembangan ADDIE juga relatif lebih sederhana daripada model pengembangan lain,

sehingga dapat lebih mudah dalam melakukan implementasi dalam bentuk bahan ajar.

Terdapat 5 prosedur atau tahap dalam model pengembangan ADDIE (Mie et al., 2018). Lima prosedur tersebut terdiri dari *Analysis* (analisis), *Design* (desain), *Develop* (pengembangan), *Implement* (implementasi), and *Evaluate* (evaluasi). *Pertama*, tahap analisis tersusun dari dua hal, yaitu analisis kebutuhan isi sesuai dengan kurikulum/silabus yang berlaku dan analisis kebutuhan perangkat lunak. *Kedua*, tahap desain berorientasi pada perancangan bahan yang telah dianalisis. *Ketiga*, tahap pengembangan dalam hal ini berkaitan dengan pengembangan modul sesuai dengan silabus, penyusunan materi sesuai dengan silabus, dan evaluasi (meliputi soal latihan, tugas dan lain-lain). Adapun hasil dari tahap pengembangan adalah modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme yang telah disusun sesuai dengan silabus yang berlaku. *Keempat*, tahap implementasi dalam hal ini digunakan untuk mendukung tersedianya kebutuhan yang digunakan dalam pembuatan modul digital. Tahap evaluasi merupakan tahap terakhir dari ADDIE, dimana tahap tersebut bertujuan untuk memberikan evaluasi terhadap masing-masing proses pengembangan. Tahap evaluasi sendiri didefinisikan sebagai suatu proses yang dilakukan dalam menilai sesuatu yang telah dikembangkan

(Trisiana & Wartoyo, 2016). Evaluasi yang digunakan dalam hal ini adalah evaluasi formatif, dimana evaluasi tersebut bertujuan untuk meninjau sejauh mana validitas modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme tersebut dikatakan valid. Evaluasi formatif dalam penelitian ini terdiri dari review ahli dan uji lapangan. Setelah modul digital dinyatakan layak oleh para ahli, maka modul digital akan dilanjutkan pada tahap uji lapangan. Apabila dalam uji lapangan masih terdapat kekurangan, maka akan diadakan evaluasi kembali sampai modul digital yang dikembangkan benar-benar layak untuk dijadikan bahan ajar.



Gambar 3.1 Tahapan pengembangan ADDIE

B. Pengembangan Produk

Pengembangan modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme materi gelombang bunyi memiliki prosedur sebagai berikut:

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis dalam hal ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dalam pembelajaran. Hal-hal yang dilakukan dalam tahap analisis pada penelitian ini adalah analisis Kegiatan Belajar dan Mengajar (KBM), materi, dan kebutuhan peserta didik.

a. Analisis Kegiatan Belajar dan Mengajar (KBM),

Analisis KBM dilakukan untuk mengetahui jenis kurikulum, metode, dan bahan ajar yang digunakan di MA NU 04 Al Ma'arif Boja. Analisis tersebut dilakukan dengan wawancara terhadap guru yang bersangkutan. Selain itu, analisis KBM juga bertujuan untuk melakukan penyesuaian dengan bahan ajar yang akan dikembangkan dalam penelitian.

b. Analisis materi

Analisis materi dilakukan untuk mengetahui materi yang dibutuhkan peserta didik di MA NU 04 Al Ma'arif Boja. Analisis materi dilakukan dengan menggunakan penyebaran angket

kepada peserta didik, sehingga dapat mengetahui materi yang tepat untuk diangkat dalam bahan ajar.

c. Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui hal-hal apa saja yang dibutuhkan peserta didik. Analisis kebutuhan dilakukan dengan melakukan wawancara kepada guru yang bersangkutan dan rekapitulasi nilai ujian peserta didik.

2. Tahap Perencanaan (*Design*)

Tahap perencanaan dalam hal ini meliputi beberapa unsur yang dibutuhkan dalam mengembangkan bahan ajar.

Peneliti dalam tahap ini menetapkan tujuan pembelajaran dan merancang bahan ajar berupa modul digital.

Adapun tahapan perencanaan penyusunan modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme adalah sebagai berikut:

- 1) Perencanaan topik yang akan diangkat dalam modul telah dilakukan pada Bulan Agustus 2022.
- 2) Modul digital didesain dalam bentuk website yang disusun dengan menggunakan beberapa perangkat lunak

seperti Figma, Visual Studio Code, Google Chrome, dan Google Drive.

- 3) Menu yang terdapat modul digital terdiri dari *dashboard*, petunjuk penggunaan modul, Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), Chapter-chapter, *pre-test*, dan *post-test*.
- 4) Modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme mencakup submateri gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, pipa organa, dawai, intensitas bunyi, taraf intensitas bunyi, dan Efek Doppler.

3. Pengembangan (*Development*)

Tahap berikutnya yaitu development atau pengembangan produk yang telah didesain sebelumnya. Produk yang telah dikembangkan selanjutnya akan memasuki tahap validasi yang akan dilakukan oleh para ahli dengan tujuan untuk meninjau kelayakan media ajar yang akan digunakan. Para ahli tersebut terdiri dari ahli media dan ahli materi.

Terdapat beberapa standar utama dalam penilaian (Prastowo, 2014), diantaranya adalah:

a. Standar Materi

Standar materi meliputi keakuratan, kelengkapan, dan penggunaan simbol, notasi, dan satuan.

b. Standar penyajian

Standar penyajian meliputi semua yang berhubungan dengan penyajian Modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme yang baik dan benar.

c. Standar bahasa

Standar bahasa meliputi semua yang berhubungan dengan penggunaan bahasa dalam modul.

4. Pelaksanaan (*Implementation*)

Tahap implementasi dilakukan saat riset di MA NU 04 Al Ma'arif Boja. Pada tahap ini peneliti melakukan review pada materi gelombang bunyi dengan menggunakan bahan ajar yang telah dikembangkan. Pada tahap impelementasi, peneliti juga memberikan *pre-test* dan *post-test* sebagai landasan dalam mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

5. Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi merupakan tahap terakhir dari ADDIE. Tahap evaluasi berorientasi pada penilaian

bahan ajar yang dikembangkan. Tujuan dari tahap evaluasi adalah untuk mengetahui hal-hal apa saja yang perlu direvisi pada tahap-tahap sebelumnya (Paidi, 2012).

C. Desain Uji Coba Produk

Desain uji coba produk mencakup beberapa hal, diantaranya adalah subjek coba, desain uji coba, instrumen pengumpulan data, dan teknik analisis data.

1. Subjek uji coba

a) Populasi

Populasi penelitian ini adalah peserta didik kelas XI MIPA MA NU 04 Boja.

b) Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah kelas XI MIPA MA NU 04 Al Ma'arif Boja dengan jumlah peserta didik sebanyak 40.

c) Teknik sampling

Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampling jenuh. Sampling jenuh merupakan teknik sampling yang memiliki prinsip semua anggota populasi dijadikan sebagai sampel. Penelitian ini menggunakan teknik sampling jenuh. Hal tersebut dikarenakan pada MA NU 04 Al Ma'arif Boja hanya memiliki satu kelas XI saja.

2. Desain uji coba

Desain uji coba pada dasarnya memiliki tujuan untuk mengetahui kelayakan produk yang akan dikembangkan. Uji coba produk dilakukan kepada ahli materi dan ahli media.

3. Instrumen pengumpulan data

Peneliti melakukan teknik pengumpulan data dengan menggunakan teknik dan tabel sesuai dengan Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Teknik dan instrumen pengumpulan data

Teknik Pengumpulan data	Instrumen pengumpulan data
Wawancara	Pedoman wawancara
Angket	<ul style="list-style-type: none">• Penilaian validasi• Respons peserta didik
Tes	Soal <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i>

a) Wawancara

Wawancara dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari responden. Wawancara digunakan saat pra-riset dengan jumlah responden yang relatif kecil. Adapun instrumen wawancara dalam penelitian ini menggunakan pedoman wawancara yang divalidasi oleh dosen pembimbing.

b) Kuesioner (Angket)

Angket yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 angket, yaitu angket lembar validitas

instrumen soal, angket lembar validitas produk, dan angket respons peserta didik.

Angket lembar validitas instrumen soal memiliki 8 butir pertanyaan meliputi aspek kelayakan isi, kebahasaan, dan penyajian. Angket lembar validitas produk memiliki 12 butir pertanyaan meliputi aspek tampilan, materi, kebahasaan, dan penyajian. Sedangkan angket respons peserta didik terdiri dari 15 butir pertanyaan meliputi aspek tampilan dan daya tarik bahan ajar, kebermanfaatan, kemudahan dalam pengoperasian, kebahasaan dan penulisan, serta fitur media.

c) Tes

Teknik pengumpulan tes bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis dengan menggunakan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang dan bunyi. Jenis tes yang digunakan adalah tes Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) dalam bentuk uraian.

Terdapat 20 soal dengan kriteria sangat valid oleh validator dan sudah termuat indikator KBK. 20 soal tersebut kemudian diambil 10 soal untuk diujikan kepada peserta didik untuk mengetahui validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran. 7 dari 10 soal dikatakan valid dan dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik. Berikut

validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran dari tes uraian:

1) Validitas instrumen soal oleh validator

Validitas instrumen soal KBK dilakukan guna mengetahui kevalidan instrumen sebagai penunjang dalam perolehan data penelitian. Beberapa aspek yang dinilai dalam validitas instrumen diantaranya adalah aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, dan aspek penyajian dengan total butir pertanyaan sebanyak 11 butir.

Validitas instrumen oleh validator dianalisis menggunakan persamaan 3.1 (Widoyoko, 2012). Skala yang digunakan dalam validitas instrumen oleh validator adalah Skala Likert dengan kriteria sesuai tabel 3.2.

$$P = \frac{\Sigma X}{\Sigma X_i} \times 100 \quad (3.1)$$

Keterangan:

P= Persentase

ΣX =Jumlah skor empiris

ΣX_i = Jumlah skala maksimal X banyak aspek

Tabel 3.2 Kriteria Validitas Instrumen

No	Kriteria Validitas	Kriteria
1	$80 \% \leq P < 100,00 \%$	Sangat layak
2	$60 \% \leq P < 80,00 \%$	Layak
3	$40 \% \leq P < 60 \%$	Kurang layak
4	$0 \% \leq P < 40 \%$	Sangat kurang layak

(Umar, 2014)

Hasil validasi ahli instrumen dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Validasi ahli instrumen

Aspek penilaian	Jumlah Pernyataan	Persentase kelayakan	Kategori
Kelayakan isi	4	95%	Sangat layak
Kebahasaan	4	90%	Sangat layak
Penyajian	3	86,6%	Sangat layak
Jumlah	11	90 %	Sangat layak

Berdasarkan penilaian tiga aspek dalam penilaian instrumen, dapat diketahui bahwa instrumen yang digunakan dalam penelitian termasuk dalam kategori sangat valid dengan persentase kelayakan sebesar 90% dan dapat digunakan tanpa revisi.

2) Uji validitas butir soal

Validitas butir soal digunakan untuk mengetahui kebenaran instrumen soal (Arikunto, 2010). Uji validitas butir soal yang digunakan adalah korelasi biserial sesuai dengan persamaan 3.2.

$$r = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (3.2)$$

Keterangan:

r = Korelasi antara variabel X dan Y

N = Jumlah subjek penelitian

$\sum X$ = Jumlah skor item

$\sum Y$ = Jumlah skor total item

$\sum XY$ = Hasil kali skor item dan skor total

(Ananda & Fadhli, 2018).

Analisis uji validitas soal digunakan untuk mengetahui kevalidan soal *pre-test* dan *post-test* yang akan digunakan dalam penelitian. Analisis validitas soal dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel. Soal dikatakan valid apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$, dimana t_{tabel} yang digunakan untuk 30 responden dengan $\alpha = 0,05$ dan Derajat Kebebasan (DK) = $n-2$ adalah 2,048407. Hasil validitas butir soal dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil Validitas Butir Soal

Kriteria	No. Soal	Jumlah
Valid	1, 2, 4, 5, 6, 7,9	7
Tidak Valid	3, 8, 10	3

Berdasarkan tabel 4.5, 7 dari 10 soal dikatakan valid. Hal tersebut menunjukkan bahwa 7 soal tersebut dapat digunakan sebagai soal *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik. Analisis uji validitas butir soal secara rinci dapat dilihat pada lampiran 18.

3) Reliabilitas

Angket dikatakan reliabel apabila dapat konsisten, dipercaya, dan dapat memberikan hasil yang tidak jauh berbeda apabila digunakan untuk mengukur subjek yang sama (Arikunto, 2016). Reliabilitas dapat diukur dengan menggunakan rumus *Cronbach's Alpha* sesuai dengan persamaan 3.3. Kriteria reliabilitas dapat dilihat pada tabel 3.5.

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (3.3)$$

Keterangan:

- r_{11} : Reliabilitas instrument
- k : Banyaknya butir pertanyaan
- σ_b^2 : Jumlah variasi soal
- σ_t^2 : Variabel total

Tabel 3.5 Kriteria Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas	Kriteria
$0,80 \leq r < 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 \leq r < 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r < 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r < 0,20$	Sangat Rendah

(Arikunto, 2016)

Analisis uji reliabilitas soal digunakan untuk mengukur tingkat kepercayaan soal *pre-test* dan *post-test* yang akan digunakan dalam penelitian. Analisis uji reliabilitas soal dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel 2019 dengan perhitungan menggunakan rumus *Cronbach's Alpha* sesuai dengan persamaan 3.3. Hasil dari analisis uji reliabilitas dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Hasil Reliabilitas Butir Soal

r_{11}	Kriteria
0,815	Sangat Tinggi

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, r_{11} atau r_{hitung} yang didapatkan senilai 0,815. Sesuai dengan indeks reliabilitas pada tabel 3.5, maka r_{11} termasuk dalam kategori tinggi dan soal *pre-test* dan *post-test* dapat dikatakan

berkualitas atau reliabel. Analisis uji reliabilitas soal dapat dilihat pada lampiran 19.

4) Daya Beda

Daya beda digunakan untuk mengetahui kelompok siswa yang memiliki kemampuan tinggi dan kemampuan rendah. Formula daya beda dituliskan dengan persamaan 3.4.

$$DP = \frac{\bar{x}_{atas} - \bar{x}_{bawah}}{Skor\ Maksimal} \quad (3.4)$$

Keterangan:

DP = Daya Pembeda

\bar{x}_{atas} = Jumlah subjek kelompok atas yang menjawab benar

\bar{x}_{bawah} = banyaknya kelompok bawah yang menjawab benar

Klasifikasi daya pembeda (Achadah, 2022) sesuai dengan tabel 3.7.

Tabel 3.7 Klasifikasi daya beda

Inteval P	Kategori
$0,00 \leq DP < 0,20$	Jelek
$0,20 \leq DP < 0,40$	Cukup
$0,40 \leq DP < 0,70$	Baik
$0,70 \leq DP < 1,00$	Sangat Baik

(Achadah, 2022)

Analisis daya beda digunakan untuk mengetahui tingkat kemampuan peserta didik dalam mengerjakan soal yang diujikan. Analisis uji daya beda menggunakan Microsoft Excel 2019 dan persamaan 3.3. Hasil uji daya beda dapat dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Hasil Uji Daya Beda

No. Butir Soal	Jumlah	Kriteria
6*	1	Baik
1*, 4*, 5*, 9*	4	Cukup
2*, 3, 7*, 8, 10	5	Jelek

Keterangan: *Soal Valid

Berdasarkan tabel 3.8, 7 soal valid memiliki daya beda yang beragam. Kategorisasi dari 7 soal tersebut diantaranya adalah 1 soal kategori baik, 4 soal kategori cukup, dan 2 soal kategori jelek. Hasil analisis daya beda secara rinci dapat dilihat pada lampiran 20.

5) Tingkat Kesukaran (TK)

Tingkat kesukaran dalam setiap butir soal merupakan peluang peserta didik dalam menjawab dengan benar setiap butir soal pada tingkatan tertentu. Semakin tinggi indeks kesukaran soal yang diperoleh, maka butir soal tersebut dapat dikatakan semakin mudah. Sebaliknya, jika semakin rendah

indeks kesukaran soal yang didapatkan, maka soal tersebut tergolong dalam soal yang sukar. Indeks kesukaran memiliki nilai antara 0,0 sampai 1,0. Soal yang tergolong sukar biasanya memiliki indeks 0,0. Sedangkan soal yang tergolong mudah biasanya memiliki indeks 1,0 (Suharsimi, 2021). Persamaan tingkat kesukaran dapat dilihat pada persamaan 3.5. Kriteria tingkat kesukaran dapat dilihat pada tabel 3.9.

$$TK = \frac{\text{Skor rata-rata}}{\text{Skor Maksimal}} \quad (3.5)$$

Tabel 3.9 Kriteria Tingkat Kesukaran

Koefisien Reliabilitas	Kriteria
1	Sangat Mudah
$0,70 < TK \leq 1$	Mudah
$0,30 < TK \leq 0,70$	Sedang
$0 < TK \leq 0,30$	Sukar
0	Sangat Sukar

(Arikunto, 2016)

Hasil analisis tingkat kesukaran dapat dilihat pada tabel 3.10.

Tabel 3.10 Hasil Tingkat Kesukaran Soal

No. Butir Soal	Jumlah	Kriteria
1*, 2*, 3, 4*, 8, 10	6	Mudah
5*, 6*, 9	3	Sedang
7*	1	Sukar

Keterangan: *Soal Valid

Berdasarkan tabel 3.10, dapat diketahui bahwa dari 7 soal yang dianggap valid, 3 soal tergolong dalam kategori mudah, 3 soal tergolong kategori sedang, dan 1 soal tergolong kategori sukar. Secara rinci, analisis tingkat kesukaran dapat dilihat pada lampiran 21.

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan teknik yang berperan besar atau menentukan dalam suatu penelitian. Teknik analisis data dalam penelitian ini terdiri dari analisis kelayakan produk, analisis respons peserta didik, dan analisis peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

a) Analisis Kelayakan Produk

Analisis uji kelayakan materi dan media berdasarkan skala likert 1 sampai 4 dengan keterangan 1 (sangat tidak baik), 2 (tidak baik), 3 (baik), dan 4 (sangat baik). Hasil uji kelayakan yang didapatkan

kemudian dihitung dengan menggunakan persentase kelayakan.

Persentase kelayakan dihitung dengan menggunakan persamaan 3.6 dan sesuai dengan tabel 3.11.

$$x = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{jumlah maksimal ideal}} \times 100\% \quad (3.6)$$

Tabel 3.11 Kriteria Persentase kelayakan materi dan media

No	Persentase	Kriteria
1	$80\% < X \leq 100\%$	Sangat Layak
2	$60\% < X \leq 80\%$	Layak
3	$40\% < X \leq 60\%$	Cukup
4	$20\% \leq X < 40\%$	Tidak Layak

(Arifin, 2012)

b) Respons peserta didik

Respons peserta didik digunakan untuk mengetahui respons peserta didik terhadap penggunaan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme sebagai bahan ajar. Skala yang digunakan dalam mengukur respons peserta didik dan adalah skala Guttman. Skala Guttman atau skala *scalogram* merupakan skala yang digunakan untuk meyakinkan peneliti terkait kesatuan dimensi dari sifat yang diliti

(Riduwan, 2008). Skala Guttman memberikan pertanyaan dengan pilihan jawaban yang tegas, misalnya saja seperti “Ya-Tidak”, “Setuju-Tidak Setuju”, “Benar-Salah”, dan “Pernah dan Tidak Pernah”.

Penelitian ini menggunakan skala Guttman dengan pertanyaan “Setuju-Tidak Setuju”. Terdapat 15 *item* pertanyaan, setiap jawaban “Setuju” memiliki skor 1, sedangkan “Tidak Setuju” memiliki skor 0. Perhitungan respons peserta didik menggunakan langkah-langkah berikut:

- 1) Menghitung persentase respons peserta didik pada setiap indikator dengan menggunakan persamaan 3.7.

$$\% \text{ Setiap indikator} = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (3.7)$$

Keterangan:

A = Jumlah jawaban setuju

B = Skor ideal

- 2) Mengubah skor yang telah didapatkan dalam bentuk kriteria kelayakan. Kriteria kelayakan dapat dilihat pada tabel 3.12.
- 3) Membuat frekuensi pada masing-masing kategori.
- 4) Membuat rata-rata persentase berdasarkan frekuensi setiap kategori.

Tabel 3.12 Kriteria respons peserta didik

No	Skor rata-rata	Kriteria
1	$76,00\% < X \leq 100\%$	Sangat Positif
2	$51,00\% < X \leq 76,00\%$	Positif
3	$25,00\% < X \leq 51,00\%$	Kurang Positif
4	$0\% \leq X \leq 25,00\%$	Tidak Positif

(Riduwan & Akdon, 2014)

c) Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Perhitungan yang digunakan dalam mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan menggunakan skor gain yang dinormalisasikan (Ariyati, 2012).

Perhitungan tersebut juga tidak lepas dari pengambilan data yang dilakukan yaitu dengan melakukan *pre-test* dan *post-test*.

Teknik analisis data yang digunakan dalam mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik adalah dengan uji normalitas dan *N-Gain*.

1) Uji Normalitas

Uji Normalitas digunakan untuk mengetahui data yang diperoleh normal atau tidak (Sugiyono, 2019). Uji Normalitas dapat dihitng dengan menggunakan persamaan Chi Kuadrat sesuai dengan persamaan 3.8.

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h} \quad (3.8)$$

Keterangan:

X_h^2 = Chi Kuadrat

k = Banyaknya kelas interval

f_0 = Frekuensi hasil yang diamati

f_h = Frekuensi hasil yang diharapkan

Nilai X^2_{tabel} dibandingkan dengan X^2_{hitung} . Apabila $X^2_{hitung} \leq X^2_{tabel}$ dengan dk-1 dan taraf signifikan 5%, maka data tersebut terdistribusi dengan normal (Sugiyono, 2017).

2) *N-Gain*

Perhitungan *N-Gain* digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik. Formula *N-Gain* dirumuskan sesuai dengan persamaan 3.9.

$$N - Gain = \frac{Skor_{post} - Skor_{pre}}{Skor_{maks} - Skor_{pre}} \quad (3.9)$$

Persamaan tersebut kemudian disajikan dalam kriteria skor *N-Gain* dalam Tabel 3.13 dan persentase *N-Gain* dalam tabel 3.14.

Tabel 3.13 Kriteria *N-Gain*

Perolehan <i>N-Gain</i>	Kriteria
$N-Gain > 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq N-Gain \leq 0,70$	Sedang
$N-Gain < 0,30$	Rendah

(Hake, 1999)

Tabel 3.14 Persentase Kriteria *N-Gain*

Persentase <i>N-Gain</i>	Kriteria
$< 40 \%$	Tidak Efektif
$40 \% \leq N-Gain < 55 \%$	Kurang Efektif
$55 \% \leq N-Gain \leq 75 \%$	Cukup Efektif
$N-Gain > 75\%$	Efektif

(Hake, 1999)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Hasil penelitian yang dikembangkan adalah bahan ajar berupa modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi yang diperuntukkan untuk peserta didik kelas XI SMA/MA. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Adapun proses ADDIE dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis (*Analysis*)

a. Analisis Kegiatan Belajar dan Mengajar (KBM)

Analisis KBM dilakukan dengan wawancara terhadap guru dan peserta didik MA NU 04 Al-Ma'arif Boja. Penggunaan teknik wawancara digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui terkait dengan bahan ajar, materi, dan kurikulum yang digunakan dalam pembelajaran. Berdasarkan informasi yang didapatkan saat wawancara dengan Nanda Briliyandika selaku guru pengampu mata pelajaran fisika di MA NU 04 Al-Ma'arif Boja menyatakan bahwa kurikulum yang digunakan di MA NU 04 Al-Ma'arif Boja menggunakan kurikulum 2013 dengan bahan ajar berupa buku cetak dari sekolah. Sedangkan

metode pembelajaran yang digunakan adalah metode ceramah dan diskusi.

b. Analisis Kebutuhan Peserta Didik

Analisis kebutuhan peserta didik dilakukan dengan tujuan untuk menentukan bahan ajar yang dibutuhkan peserta didik. Selain itu tahap ini juga digunakan untuk mengetahui materi yang dianggap sulit oleh peserta didik sehingga akan dijadikan materi utama dalam bahan ajar yang akan dikembangkan.

Tahap analisis kebutuhan peserta didik dilakukan dengan cara penyebaran angket kepada peserta didik dan wawancara kepada guru MA NU 04 Al-Ma'arif Boja.

Berdasarkan penyebaran hasil angket kepada peserta didik dan wawancara kepada guru, permasalahan yang dialami peserta didik saat pembelajaran fisika meliputi,

- 1) Bahan ajar yang digunakan peserta didik hanya berupa buku paket dari sekolah. Namun, buku paket tersebut memiliki jumlah terbatas sehingga hanya bisa diakses beberapa peserta didik saja.
- 2) Metode pembelajaran yang digunakan hanya metode ceramah, sehingga pembelajaran cenderung membosankan.

- 3) Peserta didik memiliki nilai rendah pada mata pelajaran fisika.
- 4) Belum adanya bahan ajar fisika yang mendukung peserta didik untuk belajar secara mandiri.
- 5) Belum adanya bahan ajar yang dapat menunjang peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis.
- 6) Belum adanya pendekatan pembelajaran fisika yang bersifat kontekstual dan menunjang peserta didik untuk melahirkan pengetahuannya sendiri.
- 7) Peserta didik memiliki tingkat kemampuan berpikir kritis yang rendah. Hal tersebut dibuktikan dengan hanya 33,3% peserta didik yang aktif bertanya dan 20% peserta didik yang aktif dalam menyampaikan pendapat selama pembelajaran fisika, dimana aktif bertanya dan menyampaikan pendapat termasuk ke dalam indikator kemampuan berpikir kritis.
- 8) Sebagian peserta didik (70%) menyatakan bahwa materi gelombang bunyi adalah materi tersulit di kelas 11.

c. Analisis Materi

Analisis materi dilakukan dengan analisis silabus fisika kelas XI kurikulum 2013. Analisis tersebut menunjukkan bahwa kompetensi dasar fisika kelas XI materi gelombang bunyi adalah menerapkan konsep

dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi dan melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi. Adapun tujuan pembelajaran dalam penelitian ini adalah (1) Peserta didik mampu untuk memahami konsep dan prinsip gelombang bunyi meliputi cepat rambat bunyi, bunyi pada dawai, pipa organa, intensitas, dan efek doppler. (2) Peserta didik mampu belajar secara mandiri. (3) Peserta didik mampu merefleksikan pengetahuan yang dimiliki sebelum dan setelah mendapatkan materi gelombang bunyi. Tujuan pembelajaran tersebut dimaksudkan supaya bahan ajar yang dikembangkan sesuai dengan materi pembelajaran.

2. Desain (*Design*)

Tahap desain dalam penelitian ini berorientasi pada pembuatan kerangka modul digital yang meliputi penyiapan *software*, referensi materi, dan instrument yang dibutuhkan dalam pembuatan modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme. Desain atau rancangan modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme terdiri dari:

- a. Modul digital didesain dalam bentuk website yang disusun dengan menggunakan beberapa perangkat lunak seperti Figma, Visual Studio Code, Google Chrome, dan Google Drive.
- b. Menu yang terdapat modul digital terdiri dari *dashboard*, petunjuk penggunaan modul, Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), Chapter-chapter, *pre-test*, dan *post-test*.
- c. Modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme mencakup submateri gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, pipa organa, dawai, intensitas bunyi, taraf intensitas bunyi, dan Efek Doppler.

3. Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan tidak lepas dari proses validasi untuk mengetahui kelayakan bahan ajar yang dikembangkan.

Konten-konten yang terdapat dalam modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme diantaranya adalah apersepsi, penerapan submateri dalam kehidupan sehari-hari, fakta menarik, dan “Cari Tahu Yuk!.

a. Apersepsi

Konten apersepsi bertujuan untuk memantik peserta didik terkait dengan materi yang akan dipelajari sekaligus untuk mengetahui kesiapan peserta didik sebelum pembelajaran. Karakteristik pendekatan konstruktivisme yang termuat dalam konten apersepsi adalah peserta didik dipantik untuk mengaitkan pengetahuan lama dengan pengetahuan baru (*bridging*), peserta didik dipantik untuk merefleksikan pengetahuan yang sedang atau akan dipelajari, dan guru berperan sebagai fasilitator.

b. Penerapan sub materi dalam kehidupan sehari-hari

Konten penerapan sub materi dalam kehidupan sehari-hari bertujuan untuk menghubungkan sub materi yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari. Karakteristik pendekatan konstruktivisme yang termuat dalam konten ini adalah peserta didik dipantik untuk mengaitkan pengetahuan lama dengan pengetahuan baru (*bridging*) dan peserta didik dipantik untuk merefleksikan pengetahuan yang sedang dipelajari.

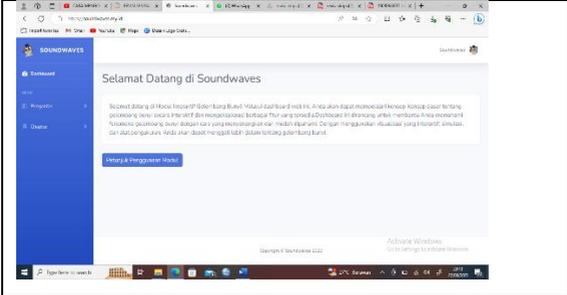
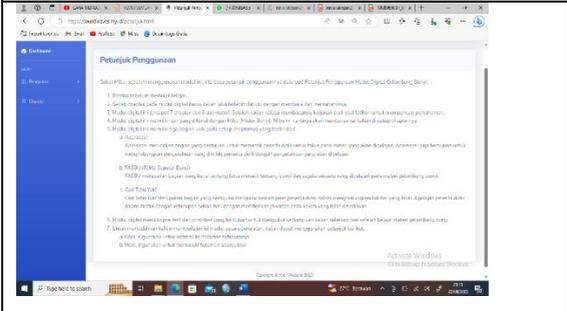
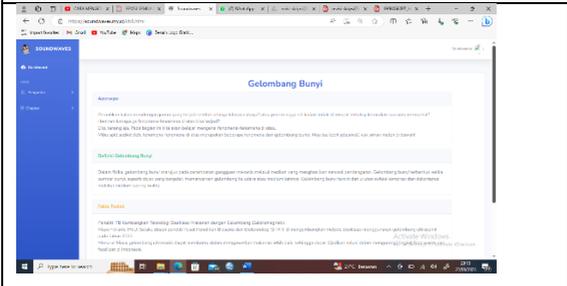
c. Fakta Menarik

Fakta menarik bertujuan untuk memberikan fakta menarik tentang materi yang dipelajari. Karakteristik pendekatan konstruktivisme yang termuat dalam konten fakta menarik adalah pembelajaran bersifat situasional dan otentik dan peserta didik dipantik untuk merefleksikan pengetahuan yang sedang dipelajari.

d. “Cari Tahu Yuk!”

Konten “Cari Tahu Yuk!” adalah konten yang memuat semua karakteristik pendekatan konstruktivisme. Karakteristik tersebut diantaranya adalah *active learning*, pembelajaran yang bersifat situasional dan otentik, pembelajaran menantang dan menarik, peserta didik dipantik untuk mengaitkan pengetahuan lama dengan pengetahuan baru (*bridging*), peserta didik dipantik untuk merefleksikan pengetahuan yang sedang dipelajari, serta guru berperan sebagai fasilitator. Tampilan modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tampilan Modul Digital Fisika

	<p>Halaman awal</p>
	<p>Petunjuk penggunaan modul</p>
	<p>Submateri pengertian gelombang bunyi (Chapter 1)</p>

Cepat Rambat Bunyi

Apresiasi

Perhatikan bahwa kecepatan rambat antara yang berbeda-beda untuk setiap jenis perantara yang berbeda? Perantara dengan lajunya terbesar di antara lain apa?

Kecepatan rambat bunyi berbeda-beda tergantung dari jenis perantara yang dilaluinya. Kecepatan rambat bunyi terbesar di antara lain apa? Kecepatan rambat bunyi terbesar di antara lain apa? Kecepatan rambat bunyi terbesar di antara lain apa?

Sifat-sifat dan Rumus Cepat Rambat Bunyi

Cepat rambat bunyi adalah jarak tempuh bunyi dengan pembagian waktu yang ditempuh bunyi untuk menempuh jarak itu. Besarnya sangat dipengaruhi oleh medium yang dilaluinya.

Kecepatan rambat bunyi terbesar di antara lain apa? Kecepatan rambat bunyi terbesar di antara lain apa? Kecepatan rambat bunyi terbesar di antara lain apa?

Rumus: $v = \frac{d}{t}$

Kecepatan rambat bunyi terbesar di antara lain apa? Kecepatan rambat bunyi terbesar di antara lain apa? Kecepatan rambat bunyi terbesar di antara lain apa?

Submateri
cepat
rambat
bunyi
(Chapter 2)

Bunyi Pada Dawai

Apresiasi

Perhatikan bahwa bunyi pada dawai adalah gelombang transversal? Bunyi pada dawai adalah gelombang transversal? Bunyi pada dawai adalah gelombang transversal?

Bunyi pada dawai adalah gelombang transversal? Bunyi pada dawai adalah gelombang transversal? Bunyi pada dawai adalah gelombang transversal?

Sifat-sifat dan Rumus Bunyi Pada Dawai

Bunyi pada dawai adalah gelombang transversal? Bunyi pada dawai adalah gelombang transversal? Bunyi pada dawai adalah gelombang transversal?

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

Submateri
bunyi pada
dawai
(Chapter 3)

Pipa Organa

Apresiasi

Perhatikan bahwa pipa organa adalah gelombang longitudinal? Pipa organa adalah gelombang longitudinal? Pipa organa adalah gelombang longitudinal?

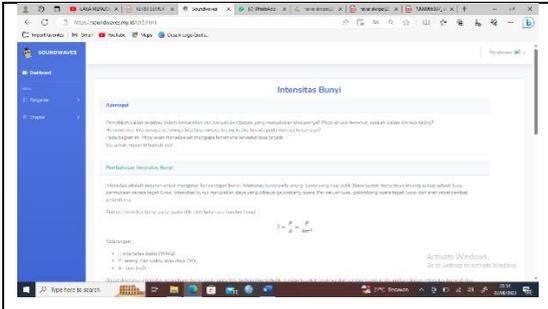
Pipa organa adalah gelombang longitudinal? Pipa organa adalah gelombang longitudinal? Pipa organa adalah gelombang longitudinal?

Sifat-sifat dan Rumus Pipa Organa

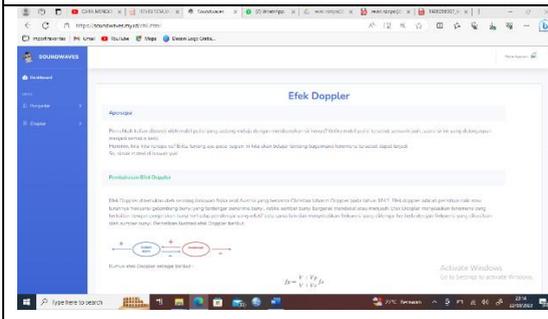
Pipa organa adalah gelombang longitudinal? Pipa organa adalah gelombang longitudinal? Pipa organa adalah gelombang longitudinal?

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

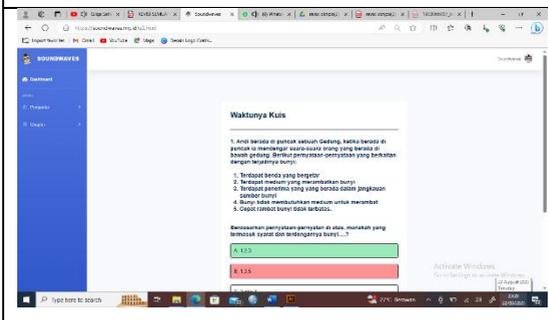
Submateri
pipa organa
(Chapter 4)



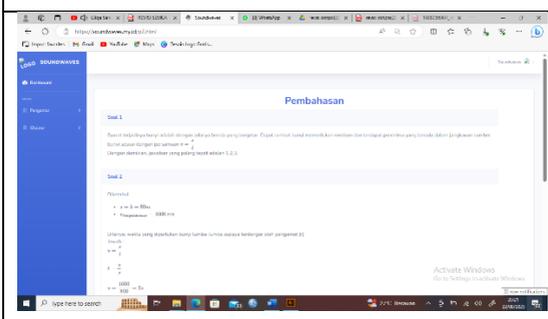
Submateri
intensitas
bunyi
(Chapter 5)



Submateri
Efek
Doppler
(Chapter 6)



Halaman
Kuis



Halaman
pembahasan
kuis

4. Implementasi (*Implementation*)

Setelah melakukan tahap validasi materi dan media oleh para ahli, tahap berikutnya adalah implementasi, yaitu tahap melakukan uji coba modul digital kepada peserta didik.

Tahap implementasi dilakukan di kelas XI MIPA MA NU 04 Al-Ma'arif Boja dan dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan (4 x 45 menit) pada 9 dan 16 Agustus 2023. Tahap implementasi dalam penelitian ini hanya dilakukan pada satu kelas karena pada sekolah tersebut hanya terdapat satu kelas untuk setiap angkatan.

Pembelajaran dimulai dengan memberikan *pre-test* kepada peserta didik untuk mengukur tingkat pengetahuan peserta didik terhadap materi yang akan diangkat dalam modul digital. Setelah memberikan *pre-test*, guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dilakukan dan menyebarkan link untuk mengakses modul digital. Guru kemudian membacakan petunjuk penggunaan modul dan mempersilahkan peserta didik untuk mengakses modul tersebut. Mengingat modul menggunakan pendekatan konstruktivisme, maka dalam hal ini guru lebih berperan sebagai fasilitator, sehingga peserta didik dapat mengeksplor

pengetahuannya sendiri melalui modul digital yang telah diberikan.

Konten dari modul digital memiliki beberapa *chapter* yang terdiri dari *chapter* gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, pipa organa, dawai, intensitas bunyi, taraf intensitas bunyi, dan Efek Doppler. Setiap *chapter* juga memiliki konten menarik yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik seperti Apersepsi, fakta menarik, “Cari Tahu Yuk”, dan Kuis.

Guru melakukan pendampingan pada setiap konten. Misalnya saja seperti konten “Cari Tahu Yuk!”, guru memantik peserta didik untuk dapat menemukan jawaban dari kasus yang terdapat pada konten tersebut. Setelah guru memberikan kesempatan kepada beberapa peserta didik untuk menyampaikan jawabannya, guru kemudian memberikan jawaban yang sesuai dari pertanyaan dalam kasus yang diangkat.

Guru juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menjawab kuis-kuis yang terdapat pada modul digital. Dalam konten kuis tersebut, peserta didik akan menjawab soal dalam bentuk pilihan ganda. Jika peserta didik penasaran dengan penyelesaian dalam soal, maka hal tersebut dapat dilihat pada akhir kuis. Pemberian penyelesaian soal merupakan salah

satu upaya dalam mewujudkan bahan ajar yang digunakan secara mandiri oleh peserta didik. Akhir sesi pembelajaran, guru memberikan *post-test* kepada peserta didik sebagai acuan dalam mengukur tingkat pemahaman dan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Setelah sesi pembelajaran selesai, guru menyebarkan angket respons kepada peserta didik terhadap modul digital yang telah dikembangkan. Hal tersebut digunakan sebagai bahan untuk evaluasi sehingga modul digital yang dikembangkan dapat lebih baik dari sebelumnya.

d) Evaluasi

Tahap evaluasi pada penelitian ini dilakukan setelah pelaksanaan setiap tahapan. Evaluasi tahap analisis dilakukan saat pra riset, dimana pada saat pra riset tidak semua peserta didik yang hadir dapat mengisi angket dengan alasan izin dan sakit. Evaluasi pada tahap analisis digunakan untuk memperkuat data di bagian latar belakang. Evaluasi pada tahap desain yaitu pada saat penentuan bentuk modul digital. Modul digital yang semula hanya dalam bentuk *Portable Document Format (PDF)* dengan desain menggunakan aplikasi Canva, kemudian beralih dalam bentuk website. Evaluasi tahap pengembangan sesuai dengan

revisi yang diberikan oleh ahli materi dan media. Evaluasi tahap pengembangan dibahas lebih rinci pada bagian “Revisi Produk” pada BAB IV. Evaluasi tahap implementasi berkaitan dengan proses berjalannya penggunaan modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme kepada peserta didik. Evaluasi pada tahap implementasi diantaranya yaitu waktu yang diperlukan peserta didik saat mengisi pre-test dan post-test masih kurang, sebagian kecil peserta didik belum memiliki pandangan mengenai peristiwa gelombang bunyi pada kehidupan sehari-hari, dan sebagian kecil peserta didik mengalami masalah jaringan saat mengakses modul digital.

Tujuan tahap evaluasi selain untuk mengetahui hal-hal apa saja yang perlu direvisi pada tahap sebelumnya, tetapi juga bertujuan untuk dijadikan sebagai bahan refleksi untuk kelayakan bahan ajar yang dikembangkan.

B. Hasil Uji Coba Produk

Hasil uji coba produk didapatkan melalui proses pengembangan yang telah dilakukan seperti uji kelayakan terhadap instrument, materi, dan media.

1. Analisis Data Uji Kelayakan

1) Analisis Hasil Validasi Ahli Materi

Analisis data hasil validasi materi digunakan untuk mengukur tingkat kevalidan dari materi yang diangkat pada modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme. Validasi ahli materi dilakukan oleh dua validator yang memiliki kompeten dalam bidang fisika. Hasil validasi ahli materi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Materi

Sub-Aspek penilaian	V1	V2	SK	Persentase kelayakan	Kategori
Kesesuaian dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)	4	4	8	100%	Sangat layak
Kedalaman Materi	4	3	8	87,5%	Sangat layak
Kemutakhiran Materi	4	3	8	87,5%	Sangat layak
Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	4	4	8	100%	Sangat layak
Kejelasan Informasi	4	4	8	100%	Sangat layak

Sub-Aspek penilaian	V1	V2	SK	Persentase kelayakan	Kategori
Kejelasan EYD	4	4	8	100%	Sangat layak
Rata-rata	4	3,66	8	95,8%	Sangat Layak

Keterangan : Validator 1 (V1), Validator 2 (V2), Skor Maksimum (SK)

Penilaian validasi materi menggunakan 6 aspek penilaian untuk mengetahui kelayakan materi yang dikembangkan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, penilaian materi oleh validator 1 mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dari skor maksimal 4 dengan persentase 100% dan termasuk dalam kategori sangat layak. Sedangkan penilaian materi oleh validator 2 mendapatkan skor rata-rata sebesar 3,66 dari skor maksimal 4 dengan persentase 92% dan termasuk dalam kategori sangat layak.

2) Analisis Validasi Ahli Media

Analisis validasi media digunakan untuk mengukur kelayakan modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme dari aspek tampilan, kebahasaan, dan penyajian yang tertuang dalam 8 butir penilaian. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada persamaan 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Validasi Ahli Media

Sub-Aspek penilaian	V1	V2	SK	Persentase kelayakan	Kategori
Desain cover/halaman awal	4	4	8	100%	Sangat layak
Tipografi halaman awal	4	3	8	87,5%	Sangat layak
Tata letak isi modul digital	4	3	8	87,5%	Sangat layak
Kualitas tampilan	4	3	8	87,5%	Sangat layak
Kejelasan Informasi	4	4	8	100%	Sangat layak
Kejelasan EYD	4	4	8	100%	Sangat layak
Penyajian pembelajaran	4	4	8	100%	Sangat Layak
Penyajian pendukung	4	4	8	100%	Sangat layak
Rata-rata	4	3,63	8	95,30%	Sangat Layak

Keterangan : Validator 1 (V1), Validator 2 (V2), Skor Maksimum (SK)

Berdasarkan hasil yang diperoleh, penilaian media oleh validator 1 mendapatkan skor rata-rata sebesar 4 dari skor maksimal 4 dengan persentase 100% dan termasuk dalam kategori sangat layak. Sedangkan penilaian media oleh validator 2 mendapatkan skor

rata-rata sebesar 3,625 dari skor maksimal 4 dengan persentase 90% dan termasuk dalam kategori sangat layak.

3. Analisis Hasil Respons Peserta Didik

Respons peserta didik diperoleh setelah peserta didik melakukan pembelajaran dengan menggunakan modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme. Proses memperoleh respons peserta didik dilakukan dengan menyebarkan angket respons terkait bahan ajar yang dikembangkan. Analisis respons peserta didik sesuai persamaan 3.6 dan menggunakan bantuan Microsoft Excel 2019. Hasil respons peserta didik terhadap bahan ajar yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Respons Peserta Didik

No	Respons	Frekuensi	Rata-rata persentase
1	Sangat Positif	9	70,89% (Positif)
2	Positif	19	
3	Kurang Positif	2	
4	Tidak Positif	-	

Keterangan : Validator 1 (V1), Validator 2 (V2)

Berdasarkan analisis yang dilakukan, persentase respons peserta didik terhadap bahan ajar yang dikembangkan sebesar 70,89% dan termasuk dalam

kategori “Positif”. Hal tersebut menunjukkan bahwa modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme mendapatkan respons positif dari peserta didik.

4. Analisis Uji Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

a) Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui data yang diperoleh normal atau tidak. Uji normalitas yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisis uji normalitas *Chi Kuadrat* sesuai dengan persamaan 3.7 menggunakan bantuan Microsoft Excel 2019. Uji normalitas dilakukan pada nilai *pre-test* dan *post-test* peserta didik kelas XI MIPA MA NU 04 Al-Ma’arif Boja. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil uji normalitas

Data	x^2_{Hitung}	x^2_{Tabel}	Kategori
<i>pre-test</i>	4,441237505	7,814727903	Normal
<i>post-test</i>	4,260091508	7,814727903	Normal

Berdasarkan tabel 4.10 dapat diketahui bahwa $x^2_{Hitung} < x^2_{Tabel}$. Hal tersebut menunjukkan bahwa data yang terdapat pada *pre-test* dan *post-test* terdistribusi normal. Hasil uji normalitas secara rinci dapat dilihat pada lampiran 23 dan 24.

b) Uji *N-Gain*

Tahap terakhir dari penelitian ini yaitu uji *N-Gain* yang memiliki tujuan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis peserta didik yang meningkat setelah diberikan pembelajaran dengan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme. Analisis *N-Gain* sesuai dengan persamaan 3.8 dan menggunakan bantuan Microsoft Excel 2019. Hasil uji *N-Gain* dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil Uji *N-Gain*

Skor <i>Pre-Test</i>	Skor <i>Post-Test</i>	Skor ideal	Skor <i>N-Gain</i>	Kategori
574	1411	2859	0,32	Sedang

Berdasarkan perhitungan dalam tabel 4.11 dapat diketahui bahwa skor *N-Gain* yang didapatkan adalah 0,32 yang termasuk dalam kategori “Sedang”. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik mengalami peningkatan setelah menggunakan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme. Namun demikian, persentase yang didapatkan sebesar 32% dan termasuk dalam kategori “Tidak Efektif”.

c) Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

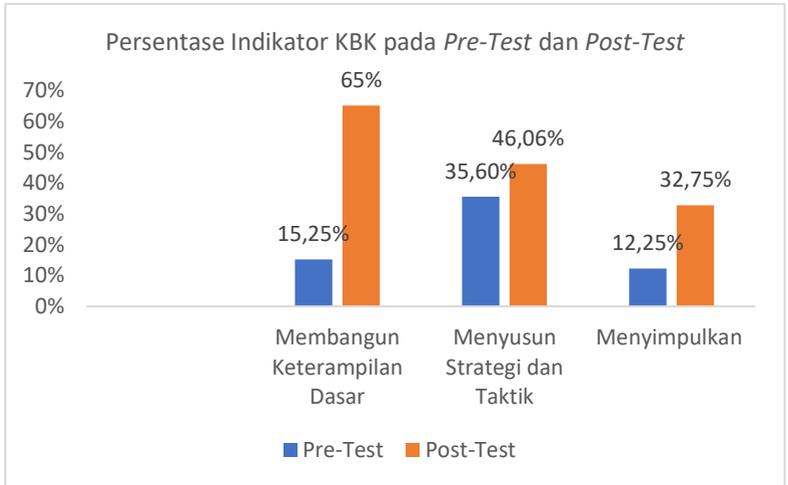
Kemampuan berpikir kritis diukur melalui pemberian *pre-test* dan *post-test* kepada peserta didik.

Soal yang diberikan dalam *pre-test* dan *post-test* sudah memuat indikator kemampuan berpikir kritis. Indikator kemampuan berpikir kritis yang terkandung dalam *pre-test* dan *post-test* dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Indikator KBK dalam soal

No	Indikator	Sub Indikator	No. Soal
1	Membangun Keterampilan Dasar	Menyesuaikan dengan sumber	1 dan 3
2	Menyusun Strategi dan Taktik	Menentukan tindakan	2, 4, 6, dan 7
3	Menyimpulkan	Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	5

Berdasarkan hasil implementasi soal kepada peserta didik saat *pre-test* dan *post-test*, terdapat kenaikan dan penurunan pada setiap butir soal dan indikatornya. Persentase setiap indikator pada saat *pre-test* dan *post-test* dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Persentase Indikator KBK pada *Pre-Test* dan *Post-Test*

Berdasarkan grafik pada gambar 4.1, indikator-indikator KBK yang digunakan dalam *pre-test* dan *post-test* mengalami kenaikan. Indikator membangun keterampilan dasar mengalami kenaikan sebesar 49,75%, indikator menyusun strategi dan taktik mengalami kenaikan 10,46%, dan indikator menyimpulkan mengalami kenaikan sebesar 20,50%.

C. Revisi Produk

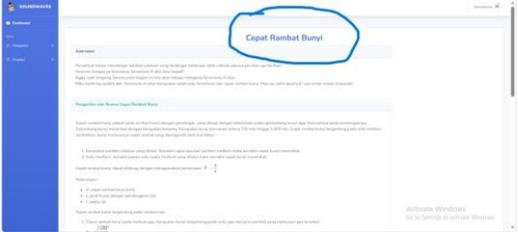
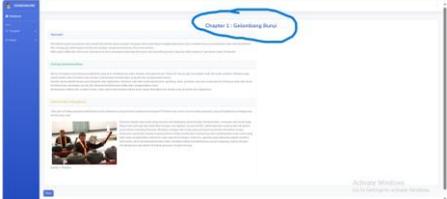
Penelitian ini menggunakan model pengembangan yang selalu memberikan timbal balik pada setiap tahapannya. Hal tersebut dilakukan untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Pada proses validasi materi dan media, para ahli

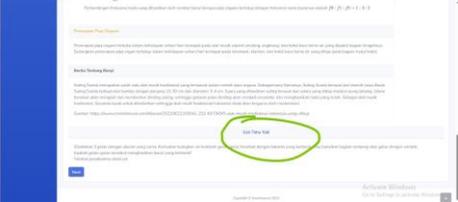
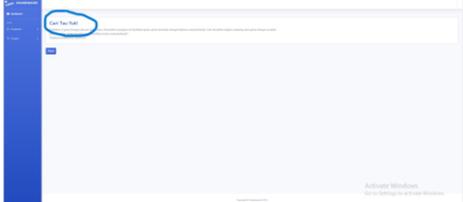
memberikan masukan atau revisi demi kelayakan modul digital yang dikembangkan.

1. Revisi Ahli Media

Revisi yang diberikan ahli media diantaranya adalah menambahkan tulisan “*chapter*” pada bagian “*chapter*”, menambahkan gambar pada setiap *chapter*, menghilangkan logo dan tulisan di pojok kanan atas, dan menempatkan item “Cari Tahu Yuk” pada halaman berbeda. Revisi yang diberikan ahli media dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Revisi Ahli Media

No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	 <p>The screenshot shows a document page with a blue sidebar on the left. The main content area has a title "Cepat Rambut Bunyi" circled in blue. Below the title is a paragraph of text and a list of bullet points. At the bottom right, there is a small "Activate Windows" watermark.</p>	 <p>The screenshot shows a document page with a blue sidebar on the left. The main content area has a title "Chapter 1 : Gelombang Bunyi" circled in blue. Below the title is a paragraph of text and a small image of a person. At the bottom right, there is a small "Activate Windows" watermark.</p>
2	 <p>The screenshot shows a document page with a blue sidebar on the left. The main content area has a title "Gelombang Bunyi" circled in blue. Below the title is a paragraph of text and a list of bullet points. At the bottom right, there is a small "Activate Windows" watermark.</p>	 <p>The screenshot shows a document page with a blue sidebar on the left. The main content area has a title "Chapter 1 : Gelombang Bunyi" circled in blue. Below the title is a paragraph of text and a small image of a person. At the bottom right, there is a small "Activate Windows" watermark.</p>

3		
4		

Keterangan:

- 1) Keterangan nomor 1: Pemberian tulisan “*Chapter*”, pada setiap *chapter*
- 2) Keterangan nomor 2: Menambahkan gambar pada setiap *chapter*
- 3) Keterangan nomor 3: Menghapus logo di pojok kanan atas
- 4) Keterangan nomor 4: Konsistensi dalam peletakkan *item* “Cari Tahu Yuk!”

2. Revisi Ahli Materi

Terdapat beberapa hal yang harus diperbaiki saat proses validasi materi. Perbaikan tersebut diantaranya adalah penggantian isi apersepsi dari *chapter* gelombang bunyi, penggantian beberapa definisi, penggantian isi “Cari Tahu Yuk!” pada beberapa *chapter*, penggantian penerapan cepat rambat bunyi, dan penggantian topik dalam item penerapan dawai dalam kehidupan. Revisi ahli materi dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. Hasil Revisi Ahli Materi

No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	<p>Definisi Gelombang Bunyi</p> <p>Dalam fisika, gelombang bunyi merujuk pada perambatan gangguan mekanis melalui medium yang menghasilkan sensasi pendengaran. Gelombang bunyi terbentuk ketika sumber bunyi, seperti objek yang bergetar, memancarkan gelombang ke udara atau medium lainnya. Gelombang bunyi terdiri dari urutan osilasi kompresi dan dekompresi molekul medium seiring waktu.</p>	<p>Tentang Gelombang Bunyi</p> <p>Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang arah rambatannya sama dengan arah getarannya. Selain itu, bunyi juga merupakan hasil dari suatu getaran. Misalnya saja seperti ketika kita memukul suatu benda, maka benda tersebut akan bergetar dan mengeluarkan bunyi. Sumber bunyi adalah benda yang bergetar atau digetarkan. Misalnya saja alat musik seperti gitar, gendang, biola, gamelan, dan alat musik lainnya. Tentunya alat-alat musik tersebut harus dimainkan ya solo, jika tidak dimainkan tentu tidak akan menghasilkan suara. Berdasarkan definisi dan contoh di atas, maka dapat disimpulkan bahwa bunyi dapat dihasilkan dari benda yang bergetar atau digetarkan.</p>
2	<p>Fakta Teknikal</p> <p>Peneliti ITB Kembangkan Teknologi Sterilisasi Makanan dengan Gelombang Elektromagnetik Maya Fitrianti, Ph.D. selaku dosen peneliti Pusat Penelitian Biosains dan Bioteknologi SITH ITB mengembangkan metode sterilisasi menggunakan gelombang ultrasonik pada tahun 2022. Menurut Maya, gelombang ultrasonik dapat membantu dalam mengawetkan makanan lebih baik, sehingga dapat dijadikan solusi dalam mengurangi tingkat food waste dan food lost di Indonesia. Sumber: www.itb.ac.id/benta</p>	<p>Fakta Menarik Tentang Bunyi</p> <p>Tahu gak sih kalau gamelan adalah alat musik tradisional yang terkenal sampai mancanegara? Heheheh apa ya kira-kira kenapa gamelan yang merupakan organ alat musik yang unik?</p>  <p>Gamelan adalah alat musik yang pertama kali dibikin di pulau Jawa. Secara harfiah, istilah gamelan artinya dari kata gamel yang artinya memukul. Gamelan dibikin sebagai alat musik yang unik karena gamelan dimainkan secara beransambel dan masing-masing pemain saling memberikan harmonisasi dan membuat efek kerucut suara yang baik untuk menghasilkan instrumen yang nyaman di dengar. Selain itu, gamelan juga dipercaya dapat membuat efek energi untuk memperbaiki kondisi tubuh, sehingga tidak memungkinkannya secara langsung, namun dengan memainkannya saja dapat membuat porak-poranda menjadi tenang.</p> <p>Sumber: "Wendy"</p>

3	<p>Penerapan Cepat Rambat Bunyi</p> <p>Penerapan cepat rambat bunyi sangat banyak untuk kehidupan sehari-hari. Yaitu dapat digunakan untuk mengetahui waktu siang dan malam bagi para nelayan. Selain itu, adanya rambat bunyi juga dapat membuat manusia mendengar dengan jelas suara pada malam hari dibandingkan pada siang hari. Hal ini bisa terjadi, karena pada saat malam hari kerapatan udara lebih rapat dari siang hari.</p>	<p>Penerapan Cepat Rambat Bunyi</p> <p>Tahu nggak sih, mengapa ketika malam hari suara benda yang berada di sekitar kita terdengar lebih jelas dari pada saat siang hari? Yapz betul, jawabannya adalah karena kerapatan udara pada malam hari lebih rapat daripada siang hari.</p>
4	<p>Penerapan Dawai Dalam Kehidupan</p> <p>Penerapan dawai dalam kehidupan, salah satunya adalah getaran dawai pada gitar. Saat memetik dawai pada gitar, suatu gelombang akan timbul. Gelombang tersebut dipantulkan oleh kedua ujung dawai. Superposisi yang dihasilkan oleh kedua gelombang pantul dari kedua ujung akan tetap menghasilkan gelombang berdiri karena kedua ujung dawai terikat, sehingga ujung kedua dawai itu merupakan titik simpul gelombang.</p>	<p>Penerapan Dawai Dalam Kehidupan</p>  <p>Penerapan dawai dalam kehidupan, salah satunya adalah getaran dawai pada gitar. Saat memetik dawai pada gitar, suatu gelombang akan timbul. Gelombang tersebut dipantulkan oleh kedua ujung dawai. Superposisi yang dihasilkan oleh kedua gelombang pantul dari kedua ujung akan tetap menghasilkan gelombang berdiri karena kedua ujung dawai terikat, sehingga ujung kedua dawai itu merupakan titik simpul gelombang. Lalu mengapa bunyi yang dihasilkan oleh gitar ketika dipetik berbeda-beda? Hal tersebut karena senar pada gitar memiliki ketebalan, ketegangan, dan panjang yang berbeda-beda, sehingga dapat menghasilkan frekuensi dan panjang gelombang yang berbeda-beda pula.</p> <p>Sumber Gambar: ginopoliana.com</p>

Keterangan:

- 1) Keterangan nomor 1: Mengganti definisi gelombang bunyi
- 2) Keterangan nomor 2: Mengganti topik pada *item* fakta terkini
- 3) Keterangan nomor 3: Mengganti penerapan cepat rambat bunyi dalam kehidupan sehari-hari
- 4) Keterangan nomor 4: Mengganti penerapan dawai dalam kehidupan sehari-hari

D. Kajian Produk Akhir

Penelitian ini telah menghasilkan bahan ajar dalam bentuk modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi. Produk ini dikembangkan dalam bentuk *website* dengan bantuan beberapa *software* seperti Figma, Visual Studio Code, Google Chrome, dan Google Drive. Modul digital yang dikembangkan memiliki beberapa *item* seperti petunjuk penggunaan modul, Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), Chapter-chapter, apersepsi, penerapan sub materi dalam kehidupan sehari-hari, fakta menarik, “Cari Tahu Yuk!”, *pre-test*, dan *post-test*.

Modul digital divalidasi oleh ahli materi, dan ahli media. Berdasarkan penilaian yang dilakukan oleh ahli materi, materi yang dikembangkan mendapatkan persentase rata-rata sebesar 96% (kategori sangat layak). Aspek yang mendapatkan persentase terendah yaitu aspek kedalaman materi (87,5%) dan kemutakhiran materi (87,5%). Hal tersebut dikarenakan materi yang diangkat tidak terlalu mendalam. Misalnya saja seperti pada *chapter* gelombang bunyi, pada *chapter* tersebut hanya membahas perihal definisi gelombang bunyi secara umum tanpa menjelaskan secara spesifik definisi tersebut. Kemutakhiran materi mendapatkan persentase rata-rata 87,5% karena pada setiap *chapter* mengangkat fakta menarik yang berbeda-beda. Misalnya saja

pada *chapter* gelombang bunyi yang mengangkat tentang gamelan. Gamelan tidak berunsur kemutakhiran, tetapi mengandung unsur budaya. Contoh lainnya yaitu pada fakta menarik *chapter* cepat rambat bunyi. Pada bagian tersebut mengangkat tentang music yang dapat mempengaruhi kebahagiaan manusia. Sehingga bagian tersebut dikatakan tidak terlalu mengandung unsur kemutakhiran.

Hasil validasi media didapatkan nilai persentase rata-rata sebesar 95% (kategori sangat layak). Meskipun demikian, validator dua memberikan beberapa catatan sebagai bahan revisi supaya bahan ajar yang dikembangkan dapat lebih baik. Catatan tersebut dapat dilihat pada lampiran 12.

Produk diimplementasikan terhadap peserta didik. Implementasi dilakukan pada kelas XI MA NU 04 Al-Ma'arif Boja dengan jumlah responden sebanyak 40 peserta didik. Secara garis besar, implementasi modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dan memantik peserta didik untuk dapat menciptakan pengetahuannya sendiri.

Implementasi tahap awal dilakukan dengan memberikan soal *pre-test* kepada peserta didik. Hal tersebut bertujuan untuk mengukur kemampuan peserta didik terhadap materi gelombang bunyi sebelum diberikan bahan ajar modul digital. Nilai rata-rata *pre-test* yang didapatkan sebesar 14,8. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlu adanya terobosan baru

untuk meningkatkan rata-rata skor yang didapatkan sekaligus untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Penggunaan modul digital dimulai dengan memberikan *link website* kepada peserta didik. Peserta didik diberi arahan terkait dengan petunjuk penggunaan modul digital, tujuan pembelajaran, Kompetensi Inti (KI), dan Kompetensi Dasar (KD).

Modul digital tersusun dari 7 chapter yang terdiri dari *chapter 1* (pongertaian gelombang bunyi), *chapter 2* (cepat rambat bunyi), *chapter 3* (bunyi pada dawai), *chapter 4* (pipa organa), *chapter 5* (intensitas bunyi), *chapter 6* (Efek Doppler), dan *chapter 7* (rangkuman). Setiap *chapter* terdiri dari beberapa *item* yang merupakan representatif dari aktivitas-aktivitas dalam modul. *Item* tersebut terdiri dari Apersepsi yang bertujuan untuk memantik peserta didik terkait dengan materi yang akan dipelajari, Fakta menarik yang bertujuan untuk memberikan fakta menarik tentang materi yang dipelajari, dan “Cari Tahu Yuk!” yang bertujuan untuk memantik kembali pengetahuan yang telah dipelajari.

Penelitian dilakukan selama dua kali pertemuan, yaitu pada pada 9 dan 16 Agustus 2023. Pertemuan pertama diisi dengan pemberian *pre-test*, pengenalan modul digital, dan penyampaian *chapter 1* sampai 3. Sedangkan pada pertemuan kedua diisi dengan pemberian penyampaian *chapter 4* sampai 7 dan pemberian *post-test*.

Indikator kemampuan berpikir kritis menurut Ennis meliputi mampu merumuskan keterampilan dasar, mampu memiliki argument yang relevan, logis, dan akurat, mampu memiliki beberapa solusi taktis dalam menyelesaikan suatu masalah, dan mampu memberikan kesimpulan atas permasalahan-permasalahan (Robert Hugh Ennis, 1996). Namun, Modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi hanya menggunakan 3 indikator saja diantaranya membangun keterampilan dasar, menyusun strategi dan taktik, serta kemampuan menyimpulkan.

Berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*, indikator yang mengalami kenaikan paling signifikan yaitu indikator membangun keterampilan dasar dengan sub indikator menyesuaikan sumber yang terdapat pada soal 1 dan 3. Indikator dan sub indikator tersebut mengalami kenaikan sebesar 49,75%. Indikator dan sub indikator tersebut dapat dibangun melalui konten dalam modul digital, yaitu Apersepsi. Melalui Apersepsi, peserta didik distimulus untuk membangun keterampilan dasar mengenai pertanyaan pada saat sebelum memasuki materi inti. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Laily Nur Hamdiyah yang menyatakan bahwa apersepsi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk membentuk pengetahuan awal peserta didik dan berperan dalam meningkatkan kesiapan belajar peserta

didik dalam proses belajar mengajar (Hamdiyah, 2018). Selain itu, membangun keterampilan dasar juga didukung oleh konten “*Fakta Menarik*”. Hal tersebut karena pada bagian “*Fakta Menarik*” menyajikan konten-konten yang berhubungan dengan materi yang dipelajari secara faktual dan aktual. Pemberian fakta menarik juga merupakan bentuk implementasi dari tahap kedua pendekatan konstruktivisme, yaitu tahap eksplorasi yang bertujuan untuk memperkaya pengetahuan peserta didik melalui pengalaman sendiri (Karli, 2002).

Indikator menyusun strategi dan taktik dengan sub indikator menentukan tindakan juga mengalami peningkatan sebesar 10,46%. Indikator dan sub indikator tersebut mampu direalisasikan melalui modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme dengan memberikan stimulus berupa *item* “Cari Tahu Yuk!”. *Item* tersebut berisi tentang pertanyaan yang berhubungan dengan materi yang telah diajarkan dan memiliki relevansi dengan kehidupan sehari-hari. *Item* “Cari Tahu Yuk!” bertujuan untuk memberikan rasa penasaran kepada peserta didik terhadap materi yang telah diajarkan. Rasa penasaran atau keingintahuan terhadap sesuatu akan mendorong peserta didik untuk mencari tahu jawaban dari suatu pertanyaan sehingga dapat membentuk pengalaman belajar yang baik. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh S.M Ningsih dkk (2012) yang mengatakan

bahwa proses mencari tahu dapat menambah pengalaman belajar sehingga peserta didik lebih mudah dalam memahami fisika (Ningsih & Bambang, 2012).

Terdapat 4 soal dalam indikator menyusun strategi dan taktis, yaitu soal 2, 4, 6, dan 7. Soal 2, 6, dan 7 mengalami kenaikan persentase dari *pre-test* ke *post-test*. Sedangkan soal 4 mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan sub materi yang diangkat dalam soal 4 (pipa organa) tidak terlalu maksimal dalam penyampaiannya, sehingga pemahaman peserta didik terhadap materi tersebut juga tidak maksimal. Sub materi pipa organa termasuk dalam bagian sub materi yang memiliki penjelasan cukup kompleks, bahkan seharusnya penyampaian pipa organa butuh waktu satu kali pertemuan (2 X 45 menit). Hal tersebut yang kemudian menjadi alasan mengapa pada sub materi pipa organa mengalami penurunan.

Indikator selanjutnya yang mengalami kenaikan adalah indikator menyimpulkan dengan sub indikator menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi. Indikator tersebut termuat dalam soal 5 dengan persentase kenaikan sebesar 20,50%. Indikator tersebut dapat diimplementasikan dalam modul digital dalam bentuk *item* “Cari Tahu Yuk!”. Hal tersebut karena *item* “Cari Tahu Yuk!” selain memiliki kegiatan mencari tahu, tetapi juga mengharuskan peserta didik untuk dapat memberikan kesimpulan dari jawaban suatu

permasalahan. Proses tersebut juga relevan dengan karakteristik modul yaitu *self instructional* dan karakteristik pendekatan konstruktivisme yaitu mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hassoubah dan Bambang Suryadi (2007), *self instructional* merupakan suatu kondisi dimana peserta didik secara mandiri mampu untuk memahami pelajaran tanpa pengajaran yang masif dari guru. Karakteristik tersebut juga dapat mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas mencari fakta yang jelas dari setiap pertanyaan dan berupaya mencari informasi dengan bijak (Hassoubah dan Bambang Suryadi, 2007).

Pembelajaran dengan menggunakan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Hal tersebut dibuktikan dengan analisis uji *N-Gain* dengan skor 0,32 dan termasuk dalam kategori sedang. Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yennita Yuliani dkk (2021) yang mengatakan bahwa modul pembelajaran berbasis pendekatan konstruktivisme dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Yuliani et al., 2021). Hanya saja, penelitian tersebut menggunakan dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sedangkan penelitian ini hanya menggunakan satu kelas saja. Maka dari itu, modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi

gelombang bunyi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik meskipun dengan skor kenaikan yang relatif kecil.

Setelah *pre-test* dan *post-test*, peserta didik mengisi angket respons terkait dengan modul digital yang digunakan selama pembelajaran. Berdasarkan hasil respons peserta didik (dapat dilihat pada tabel 4.5), Respons peserta didik terhadap modul digital secara keseluruhan mendapatkan persentase rata-rata sebesar 70,89% dan termasuk dalam kategori sangat positif. Aspek tampilan dan daya tarik bahan ajar mendapatkan persentase 81,36% (sangat positif), aspek kebermanfaatan bahan ajar mendapatkan persentase 80,85% (sangat positif), aspek kemudahan dalam pengoperasian mendapatkan persentase 80% (sangat positif), aspek kebahasaan dan kepenulisan mendapatkan persentase 80% (sangat positif), dan aspek fitur media mendapatkan persentase 55% (positif).

Aspek yang memiliki persentase rendah adalah aspek fitur media, khususnya bagian sub-aspek terdapat *sound* dalam modul digital. Sub-aspek tersebut mendapatkan persentase sebesar 26,7% dan termasuk dalam kategori kurang positif. Hal tersebut disebabkan tidak adanya suara (*sound*) dalam bahan ajar yang dikembangkan, sehingga pembelajaran kurang menarik. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yoyon Efendi bahwa bahan

ajar yang berisi suara , kuis, dan gambar dapat membuat pembelajaran lebih menarik dan kemudian cari kajian juga mengapa adanya sound bias dikatakan lebih menarik, mudah dipahami, dan mudah diterima oleh peserta didik (efendi, 2018).

Modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme secara implementasi sebetulnya kurang sesuai dengan yang telah dikonsepsikan. Guru yang seharusnya hanya berperan sebagai fasilitator, realitanya justru berperan penuh dalam proses pembelajaran. Fenomena tersebut terjadi karena kelas yang dijadikan tempat penelitian belum pernah mendapatkan materi gelombang bunyi sebelumnya dan modul digital yang dijadikan bahan ajar tidak terlalu mengakomodir . Selain itu, waktu yang diberikan sekolah juga sangat terbatas, sedangkan materi yang terdapat pada gelombang bunyi harus disampaikan secara keseluruhan. Hal tersebut menjadikan pembelajaran kurang optimal

E. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan perjalanan yang telah dilakukan peneliti dalam penelitian, penelitian ini masih jauh dari kata sempurna dan tentu memiliki beberapa keterbatasan serta kekurangan. Berikut keterbatasan dalam penelitian ini:

1. Keterbatasan *platform* modul digital yang disusun dalam bentuk *website* sederhana karena keterbatasan peneliti dalam penggunaan teknologi.

2. Produk yang dikembangkan memerlukan kuota dan jaringan internet yang stabil, sehingga akan ada kesulitan dalam mengakses produk apabila terdapat permasalahan jaringan.
3. Materi yang dikembangkan hanya seputar gelombang bunyi saja, tidak materi dalam pelajaran fisika secara keseluruhan.
4. Produk yang dikembangkan hanya diimplementasikan pada kelas XI MA NU 04 Al-Ma'arif Boja.
5. Keterbatasan waktu implementasi yang singkat sehingga tidak dapat menyampaikan materi secara optimal.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan di MA NU Al-Ma'arif 04 Boja dengan judul penelitian “Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Fisika Berbasis Pendekatan Konstruktivisme pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi sangat layak digunakan dengan persentase kelayakan materi sebesar 96% dan persentase kelayakan media sebesar 95%.
2. Respons peserta didik terhadap aspek tampilan dan daya tarik bahan ajar mendapatkan persentase 81,36% (sangat positif), aspek kebermanfaatan bahan ajar mendapatkan persentase 80,85% (sangat positif), aspek kemudahan dalam pengoperasian mendapatkan persentase 80% (sangat positif), aspek kebahasaan dan kepenulisan mendapatkan persentase 80% (sangat positif), dan aspek fitur media mendapatkan persentase 55% (positif). Secara umum, respons peserta didik terhadap modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme

pada materi gelombang bunyi mendapatkan rata-rata persentase 70,89% dengan kategori “Positif”.

3. Kemampuan berpikir kritis peserta didik meningkat, dibuktikan dengan hasil analisis *N-Gain* pada *pre-test* dan *post-test* dengan skor 0,32 yang termasuk dalam kategori “Sedang”. Indikator membangun keterampilan dasar mengalami kenaikan sebesar 49,75%, indikator menyusun strategi dan taktik mengalami kenaikan 10,46%, dan indikator menyimpulkan mengalami kenaikan sebesar 20,50%.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan modul digital fisika berbasis pendekatan konstruktivisme pada materi gelombang bunyi, terdapat beberapa saran sebagai bahan refleksi supaya menjadi lebih baik. Saran-saran tersebut diantaranya:

1. Perlu adanya pengembangan modul digital dengan bentuk dan tampilan yang lebih menarik, sehingga pembelajaran fisika dapat diakses tanpa memperlumahkan jaringan internet dan dapat lebih menyenangkan
2. Modul yang dikembangkan tidak hanya fokus pada materi gelombang bunyi saja, tetapi juga materi fisika yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Achadah, N. (2022). *Pengaruh Mode pembelajaran Learning Cycle 7E terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MA/SMA Pada Pokok Bahasan Usaha dan Energi*. UIN Walisongo Semarang.
- Ananda, R., & Fadhli, M. (2018). *Statistik Pendidikan*.
- Anderson, L. . dan K. (2010). *Kerangka Landasan untuk Pembelajaran, Pengajaran dan Asesmen (Revisi Taksonomi Pendidikan Bloom)*. Pustaka Pelajar.
- Arifin, Z. (2012). *Penelitian Pendidikan Metode dan Paradigma Baru*. Remaja Rosda Karya.
- Arikunto, S. (2016). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Ariyati, E. (2012). Pembelajaran Berbasis Praktikum Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 1(2), 1–12.
<https://doi.org/10.26418/jpmipa.v1i2.194>
- Boisandi, B., & Darmawan, H. (2017). Meta Analisis Pengaruh Penerapan Pembelajaran Berbasis Konstruktivisme pada Materi Fisika di Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(2), 179–185.
<https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v6i2.1762>
- Budiyanto, J. (2009). *Fisika Untuk SMA/MA Kelas XII*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Chang, S. L. (2006). The Systematic Design of Instruction. In *Educational Technology Research and Development* (7th ed., Vol. 54, Issue 4). Pearson.
<https://doi.org/10.1007/s11423-006-9606-0>
- Djusmaini Djamas, Ramli Ramli, S. Y. (2016). Analisis Kondisi

- Awal Pembelajaran Fisika SMAN Kota Padang (Dalam Rangka Pengembangan Bahan Ajar Fisika). *Ejournal.Unp.Ac.Id*, 1.
- efendi, yoyon. (2018). Rancangan Aplikasi Game Edukasi Berbasis Mobile Menggunakan App Inventor. *Jurnal Intra Tech*, 2(1), 39–48.
- Erviani, F. R., Sutarto, & Indrawati. (2016). Model Pembelajaran Instruction, Doing, dan Evaluating (MPIDE) Disertai Resume dan Vdeo Fenomena Alam dalam Pembelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(1), 53–59.
- Fausih, M., & Danang, T. (2015). Pengembangan Media E-Modul Mata Pelajaran Produktif Pokok Bahasan “Instalasi Jaringan Lan (Local Area Network)” Untuk Siswa Kelas Xi Jurusan Teknik Komputer Jaringan Di Smk Nengeri 1 Labang Bangkalan Madura. *Jurnal UNESA*, 01(01), 1–9.
<https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/jmtp/article/view/10375>
- Gemilang, S. S. (2013). Pengaruh Pembelajaran Blended Learning Berbasis Pendekatan Stem Berbantuan Schoology Pada Materi Gelombang Bunyi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Di Sman 2 Bandar Lampung. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1–65.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. Indiana University.
- Hamdiyah, L. (2018). *Pengaruh Pemberian Apersepsi terhadap Kesiapan Belajar Mata Pelajaran PAI Siswa Kelas X SMAN 1 Jenangan Tahun 2017-2018*.
- Hanafi. (2017). Konsep Penelitian R&D Dalam Bidang Pendidikan. *Jurnal Kajian Keislaman*, 4(2), 129–150.
<http://www.aftanalisis.com>

- Hapid, A. (2021). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Fisika Dalam Memahami Konsep Momentum Dan Impuls Melalui Pendekatan Konstruktivisme Siswa. *Indonesian Journal of Learning Education and Counseling*, 3(2), 230–253.
<https://doi.org/10.31960/ijolec.v3i2.970>
- Harta, I., Tenggara, S., & Kartasura, P. (2014). Pengembangan Modul Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Minat SMP. *Pengembangan Modul Pembelajaran Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Minat SMP*, 9(2), 161–174.
<https://doi.org/10.21831/pg.v9i2.9077>
- Hassoubah dan Bambang Suryadi. (2007). *Mengasah pikiran kreatif dan kritis*. Nuansa.
- Hirose, A., & Lonngren, K. E. (2010). Fundamentals of wave phenomena. In *Fundamentals of Wave Phenomena*.
<https://doi.org/10.1049/SBEW044E>
- Indriyanti, N. . & E. S. (n.d.). *Pengembangan Model. Tim Pengabdian Kepada Masyarakat, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Sebelas Maret. Diberikan dalam Pelatihan Pembuatan e-module bagi Guru-guru IPA Biologi SMP se_Kota Surakarta menuju Open Education Resources, P.*
- Irwandani, I., Latifah, S., Asyhari, A., Muzannur, M., & Widayanti, W. (2017). Modul Digital Interaktif Berbasis Articulate Studio'13: Pengembangan pada Materi Gerak Melingkar Kelas X. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(2), 221–231.
<https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v6i2.1862>
- Jabir, H., & Laganing, N. (n.d.). *Penerapan Pendekatan Konstruktivisme untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran IPA tentang Sumber Daya Alam di Kelas IV SDN Keurea Kecamatan Bahodopi Kabupaten*

Morowali. 3(1).

- Karli, H. dan Y. (2002). *Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi: Model-model Pembelajaran*. Bina Media Informasi.
- Khunaeni, L. N., Yuniarti, W. D., & Khalif, M. A. (2020). Pengembangan Modul Fisika Berbantuan Teknologi Augmented Reality pada Materi Gelombang Bunyi untuk SMA/MA Kelas XI. *Physics Education Research Journal*, 2(2), 83. <https://doi.org/10.21580/perj.2020.2.2.6144>
- Latifah, N., Ashari, & Kurniawan, E. S. (2020). Pengembangan e-modul fisika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 01(01), 1–7. <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jips/article/view/570>
- Maiyena, S., & Imamora, M. (2020). Pengembangan Modul Elektronik Fisika Berbasis Konstruktivisme untuk Kelas X SMA. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 5(1), 01–18. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v5i1.5739>
- Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme: Implementasi dan Implikasinya dalam Pendidikan dan Pembelajaran. *GHAITSA : Islamic Education*, 2(1), 49–57. <http://liyarizkifadillah1997.blogspot.com/2019/01/teori-belajar-konstruktivisme.html>
- Matanluk, O., Mohammad, B., Kiflee, D. N. A., & Imbug, M. (2013). The Effectiveness of Using Teaching Module based on Radical Constructivism toward Students Learning Process. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 90(InCULT 2012), 607–615. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.132>
- Mie, E., Kuliah, M., & Dan, K. (2018). Addie Sebagai Model Pengembangan Media Instruksional. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15(2), 277–286.

- Ningsih, S. M., & Bambang, S. (2012). Implementasi Model Pembelajaran Process Oriented Guided Inquiry Learning (PUGIL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Unnes Physics Education Journal*, 1(2), 44–52.
- Nya Daniaty Malau, M. S. P. (2018). *Modul Fisika Gelombang*. 463. <http://repository.uki.ac.id/2645/1/ModulFisgel.pdf>
- Paidi. (2012). *Metodologi Penelitian Pendidikan Biologi*. UNY Press.
- Paul A. Tipler. (1998). *Fisika : untuk sains dan teknik* (3rd ed.). Erlangga.
- Perdana. (2017). Pengembangan Modul Elektronik Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa SMA/MA Kelas X Pada Materi Dinamika Gerak. *Inkuiri*, 6.
- Pinilih, F. W., & Masykuri, M. (2016). *Salingtemas Materi Pemanasan Global*. 5(2), 143–155.
- Prastowo, A. (2014). *Pengembangan bahan ajar tematik* (1st ed.). Kencana.
- Priyadi, R., Mustajab, A., Tatsar, M. Z., & Kusairi, S. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X MIPA dalam Pembelajaran Fisika. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 6(1), 53. <https://doi.org/10.22487/j25805924.2018.v6.i1.10020>
- Retno, E. W., Rochmad, & St. Budi Waluyo. (2018). Penilaian Kinerja Sebagai Alternatif Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 522–530. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/20134/9545>
- Rezki, A., & Ramadhani, A. (2022). *Menyelesaikan Soal*

Termodinamika Melalui Model SQ3R (Survei, 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>

Riduwan. (2008). *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Alfabeta.

Riduwan, S., & Akdon. (2014). *Pengantar statistika untuk penelitian : pendidikan, sosial, komunikasi, ekonomi dan bisnis*. Alfabeta.

Robert Hugh Ennis. (1996). *Critical Thinking*. Prentice Hall.

S.Sirate, S. F., & Ramadhana, R. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Keterampilan Literasi. *Inspiratif Pendidikan*, 6(2), 316. <https://doi.org/10.24252/ip.v6i2.5763>

Sabri, A. (2010). *Strategi Belajar Mengajar dan Microteaching*. Ciputat Press.

Saefullah, S. (2013). Hubungan Antara Sikap Kemandirian Belajar Dan Prestasi Belajar Siswa Kelas X Pada Pembelajaran Fisika Berbasis Portofolio. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 1(1), 26–36.

Samudra. (2104). Permasalahan-Permasalahan Yang Dihadapi Siswa SMA Di Kota Singaraja Dalam Mempelajari Fisika. *Permasalahan-Permasalahan Yang Dihadapi Siswa SMA Di Kota Singaraja Dalam Mempelajari Fisika*, 4, 1–7.

Sari, B. K. (2017). Desain Pembelajaran Model Addie Dan Implementasinya Dengan Teknik Jigsaw. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 87–102.

Satriawan, M. (2012). *Fisika Dasar*. UGM Press.

Sihole, M. (2015). Penerapan Model Pembelajaran

- Konstruktivisme Untuk Meningkatkan Kemampuan Mengidentifikasi Karakteristik Inti Atom Dan Radioaktifitas Pada Pelajaran Fisika Inti Di Kelas Xii Ipa 3 Sma Negeri 12 Medan T.a 2013/2014. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 3(2). <https://doi.org/10.24114/inpafi.v3i2.5131>
- Sugianto, D., Abdullah, A. G., Elvyanti, S., & Muladi, Y. (2017). Modul Virtual: Multimedia Flipbook Dasar Teknik Digital. *Innovation of Vocational Technology Education*, 9(2), 101–116. <https://doi.org/10.17509/invotec.v9i2.4860>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian kuantitatif, kualitatif dan R & D*. Alfabeta.
- Suharsimi, A. (2021). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 3* (3rd ed.). Bumi Aksara.
- Sutardi, D. dan S. (2007). *Pembaharuan dalam pembelajaran di Sekolah Dasar*. UPI Press.
- Syarah Syahiddah, D., Dwi Aristya Putra, P., & Supriadi, B. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) pada Materi Bunyi di SMA/MA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v2i1.438>
- Trisiana, A., & Wartoyo, W. (2016). Desain Pengembangan model pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan melalui ADDIE Model untuk Meningkatkan Karakter Mahasiswa di Universitas *PKn Progresif*, 2. <https://media.neliti.com/media/publications/159079-ID-desain-pengembangan-model-pembelajaran-p.pdf>
- Umar, H. (2014). *Metode penelitian untuk skripsi dan tesis bisnis*. Rajagrafindo Persada.
- W.S. Winkel. (1996). *Psikologi Pengajaran*. Grasindo.

Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik penyusunan instrumen penelitian*. Pustaka Pelajar.

Yuliani, Y., Hasanuddin, H., Safrida, S., Khairil, K., & Pada, A. U. T. (2021). Implementasi Model Discovery Learning Dipadu Modul Sistem Ekskresi Berbasis Konstruktivisme untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(3), 376–390. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i3.19965>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Penunjukkan 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, 26 Juli 2022

Nomor : B. /Un.10.8/J6/DA.04.09/07/2022
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth. :
Afifa Ardhi Saputri, M.Pd.
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 : Feby Alfiana
NIM : 1908066021
Judul : **Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Pendekatan Konstruktivisme pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik**

Dan menunjuk Saudara :
Afifa Ardhi Saputri, M.Pd. 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
Jurusan Pendidikan Fisika


Budi Poernomo, M.Pd.
NIP. 19760214 200801 1 001

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 2 Lembar Pengesahan Proposal

**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl. Prof. Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan, Semarang
Telp. (024) 7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah proposal skripsi berikut:

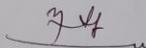
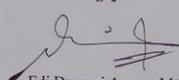
Judul : Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Fisika Berbasis Pendekatan
Konstruktivisme Pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan
Kemampuan Berpikir Kritis

Penulis : Feby Alfiana
NIM : 1908066021
Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Semarang, 20 Juli 2023

DEWAN PENGUJI

<p>Penguji I</p>  <u>Affa Ardhi Saputri, M.Sc</u> NIP. 199004102019032018	<p>Penguji II</p>  <u>Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si</u> NIP. 199005052019032017
<p>Penguji III</p>  <u>Arsini, M.Sc</u> NIP. 198408122011012011	<p>Penguji IV</p>  <u>Edi Daenuri Anwar, M.Si</u> NIP. 197907262009121002

Lampiran 3 Hasil Wawancara

SURAT KETERANGAN PERNYATAAN WAWANCARA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nanda Briliyandika

Profesi : Guru Fisika

Menyatakan bahwa

Nama : Feby Alfiana

Profesi : Mahasiswa UIN Walisongo Semarang

Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika

NIM : 1908066021

Telah melakukan wawancara langsung kepada pihak MA NU 04 Al Maarif Boja pada tanggal 30 Mei 2023 untuk kepentingan perolehan informasi terkait penyelesaian skripsi.

Demikian, surat pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pewawancara



Feby Alfiana
1908066021

Pihak Yang Diwawancarai



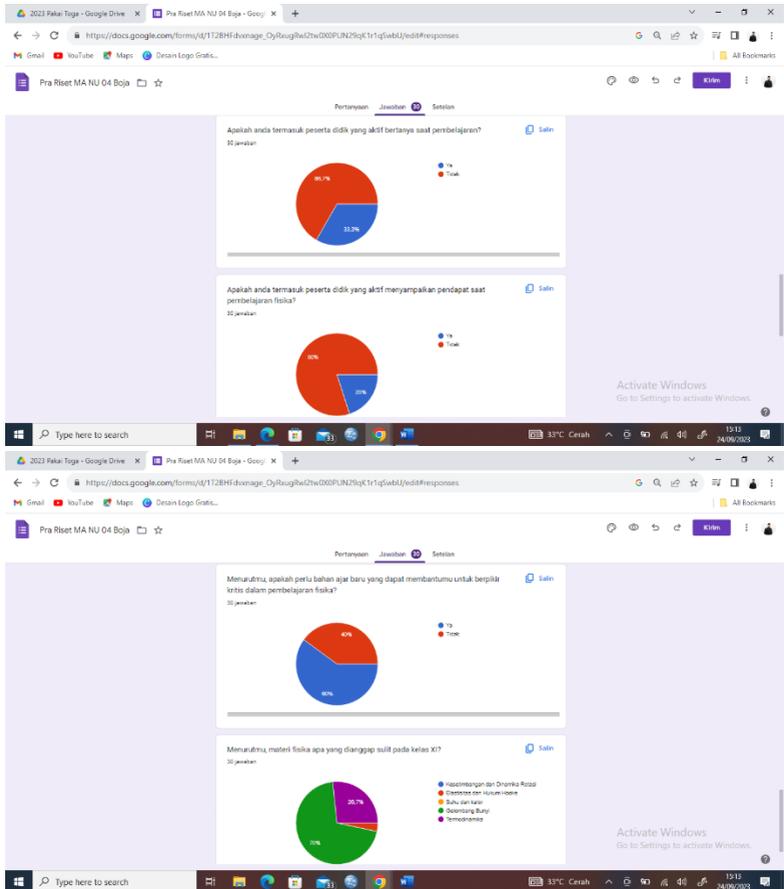
Nanda Briliyandika

INSTRUMEN WAWANCARA

Nama Narasumber : Nanda Briliyandika
Profesi : Guru Fisika
Waktu : Jumat, 30 Mei 2023
Tempat : MA NU 04 Al Maarif Boja

No.	Daftar Pertanyaan Wawancara
1.	Kurikulum apa yang digunakan pada Kelas XI MA NU 04 Al Maarif Boja saat ini?
2.	Bahan ajar apa yang biasa digunakan oleh guru Fisika kelas XI MA NU 04 Al Maarif Boja?
3.	Apakah sudah ada bahan ajar berbentuk digital?
4.	Apakah sudah ada bahan ajar yang mampu membuat peserta didik dapat belajar secara mandiri?
5.	Apakah sudah ada bahan ajar yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik?
6.	Bagaimana kemandirian peserta didik dalam belajar?
7.	Bagaimana kemampuan berpikir kritis peserta didik selama pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar yang digunakan?
8.	Bagaimana nilai rata-rata pada materi gelombang bunyi?
9.	Apakah dalam soal ulangan sudah menggunakan indikator berpikir kritis?
10.	Apakah materi gelombang bunyi termasuk ke dalam materi yang sulit untuk dipahami?
11.	Apakah selama pembelajaran peserta didik diperkenankan untuk menggunakan <i>smartphone</i> ?
12.	Apa harapan terkait dengan bahan ajar yang dikembangkan peneliti terhadap peserta didik?

No.	Jawaban Hasil Wawancara Bersama Guru Fisika
1.	Kurikulum yang digunakan saat pembelajaran di MA NU 04 Al Maarif Boja saat ini adalah kurikulum 2013.
2.	Bahan ajar yang digunakan adalah buku paket dari sekolah
3.	Belum ada
4.	Belum ada
5.	Belum ada
6.	Kemandirian peserta didik dalam belajar fisika dapat dikatakan kurang begitu baik, karena belum adanya bahan ajar yang mampu mendukung mereka untuk belajar secara mandiri
7.	Kemampuan berpikir kritis peserta didik masih kurang
8.	Rata-rata materi gelombang bunyi tidak ada, adanya nilai rata-rata Penilaian Tengah Semester (PTS), dimana gelombang bunyi termuat dalam materi tersebut
9.	Beberapa soal sudah
10.	Cukup sulit
11.	Boleh digunakan apabila guru memperkenankan peserta didik untuk menggunakan <i>smartphone</i>
12.	Semoga bahan ajar yang dikembangkan dan diberikan kepada peserta didik mampu memberikan hasil positif bagi perkembangan peserta didik dalam mempelajari fisika



Lampiran 5 Surat Permohonan Validator Instrumen Tes

**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
alamat: Jl. Prof. Dr. Haniha Km. 1 Semarang Telp. 021 75423366 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.4534/Un.10.8/D/SP.01.06/06/2023 20 Juni 2023
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.
1. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd Validator Ahli Instrumen Tes
(Dosen Pendidikan 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 : Feby Alfiana
NIM : 1908066021
Program Studi : Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Fisika Berbasis Pendekatan Konstruktivisme pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

 Dekan
TU
Kharis, SH, M.H
0691017 199403 1 002

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

Lampiran 6 Surat Permohonan Validator Materi dan Media

 KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 7643306 Semarang 50185
Email: fts@walisongo.ac.id Web : <http://fts.walisongo.ac.id>

Nomor : B.4534/Un.10.8/D/SP.01.06/2023 20 Juni 2023
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.
1. Rida Herseptianingrum, S.Pd , M.Sc Validator Instrumen Ahli Materi dan Media
(Dosen Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo)
2. Hartono, M.Sc Validator Instrumen Ahli Materi dan Media
(Dosen Pendidikan 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 : Feby Alfiana
NIM : 1908066021
Program Studi : Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Fisika Berbasis Pendekatan Konstruktivisme pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

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

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

Lampiran 7 Rubrik Penilaian Ahli Instrumen

C. Aspek Kelayakan Isi

No	Indikator	Deskripsi	Skor
Aspek Kelayakan Isi			
1	Kesesuaian soal dengan KI dan KD	1) Kesesuaian materi dan dapat menggambarkan pencapaian Kompetensi Isi dan Kompetensi Dasar	5
		2) Semua KD tersaji secara lengkap	
		3) Tersedia kalimat penjelas dalam soal berbentuk gambar	
		4) Permasalahan yang muncul sesuai dengan lingkungan kehidupan sehari-hari peserta didik	
		Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi	
	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi	3	
	Salah satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi	2	
	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas	1	
2	Kesesuaian soal dengan kemampuan berpikir kritis peserta didik	1) Sesuai dengan karakteristik peserta didik	5
		2) Koherensi dan keruntutan sesuai alur pikir peserta didik	
		3) Sesuai dengan pola keseharian peserta didik	
		4) Membantu peserta didik memahami dan menafsirkan soal/pertanyaan	
		Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi	
	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi	3	
	Salah satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi	2	
	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas	1	
3	Kebermanfaatan kegiatan untuk menambah pengetahuan	1) Dapat membantu peserta didik menerapkan kedalam kehidupan sehari-hari	5
		2) Mempermudah peserta didik memahami permasalahan dalam kehidupan sehari-hari	
		3) Membantu peserta didik menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari	
		4) Membantu peserta didik mengidentifikasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari	
		Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi	
	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi	3	
	Salah satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi	2	
	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas	1	
4	Permasalahan dan pertanyaan mudah dipahami	1) Permasalahan yang disajikan merupakan permasalahan yang sering muncul dalam kehidupan sehari-hari	5
		2) Permasalahan yang disajikan jelas, dan dapat	

	diidentifikasi	
	3) Memiliki informasi yang cukup, dan dapat membantu peserta didik menganalisis permasalahan	
	4) Permasalahan yang disajikan tidak berlebihan	
	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi	4
	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi	3
	Salah satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi	2
	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas	1
Jumlah		

D. Aspek Kebahasaan

No	Indikator	Deskripsi	Skor
Aspek Kebahasaan			
5	Soal tes (uraian) menggunakan bahasa Indonesia yang baku dan sesuai EYD	1) Penggunaan ejaan bahasa Indonesia secara benar	5
		2) Kebenaran penggunaan istilah	
		3) Pemilihan diksi yang tepat	
		4) Penggunaan tanda baca yang benar	
		Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi	
	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi	3	
	Salah satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi	2	
	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas	1	
6	Kejelasan informasi	1) Bahasa yang digunakan mudah dipahami	5
		2) Bahasa yang digunakan sesuai dengan perkembangan berpikir peserta didik	
		3) Tulisan jelas dan mudah dibaca	
		4) Kata perintah/petunjuk jelas	
		Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi	
	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi	3	
	Salah satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi	2	
	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas	1	
7	Soal tes (uraian) menggunakan istilah fisika yang tepat dan benar	1) Menggunakan istilah fisika yang sesuai dengan jenjang peserta didik	5
		2) Menggunakan istilah fisika yang umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari	
		3) Tidak menggunakan istilah fisika yang baru atau asing	
		4) Menggunakan identitas yang jelas	
		Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi	
	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi	3	

		Salah satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi	2
		Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas	1
8	Bahasa yang digunakan dalam soal tes (uraian) efektif, komunikatif, dan interaktif	1) Bahasa yang digunakan efektif 2) Bahasa yang digunakan komunikatif 3) Bahasa yang digunakan interaktif 4) Dapat memudahkan peserta didik memahami kalimat tersebut	5
		Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi	4
		Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi	3
		Salah satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi	2
		Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas	1
Jumlah			

E. Aspek Penyajian

No	Indikator	Deskripsi	Skor
Aspek Penyajian			
9	Soal tes (uraian) disajikan dengan jelas dan runtut	Jika soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> disajikan dengan jelas dan runtut	5
		Jika soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> disajikan dengan kurang jelas dan runtut	4
		Jika soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> disajikan dengan jelas dan tidak runtut	3
		Jika soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> disajikan dengan kurang jelas dan tidak runtut	2
		Jika soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> disajikan dengan tidak jelas dan tidak runtut	1
10	Gambar pada soal tes (uraian) disajikan dengan tepat	Jika gambar pada soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> disajikan dengan sangat tepat	5
		Jika gambar pada soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> disajikan dengan cukup tepat	4
		Jika gambar pada soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> disajikan dengan kurang tepat	3
		Jika gambar pada soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> disajikan dengan tidak tepat	2
		Jika gambar pada soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> disajikan dengan tidak tepat dan tidak jelas	1
11	Penyajian permasalahan dalam soal tes (uraian) sesuai dengan materi gelombang bunyi	Jika penyajian permasalahan pada soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> sangat sesuai dengan materi	5
		Jika penyajian permasalahan pada soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> cukup dengan materi	4
		Jika penyajian permasalahan pada soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> kurang dengan materi	3

Lampiran 8 Rubrik Penilaian Ahli Materi dan Media

C. Aspek Tampilan

No	Indikator	Deskripsi	Skor
Aspek Tampilan			
1	Desain Cover/Halaman Awal	1) Ilustrasi halaman awal modul digital pendekatan konstruktivisme materi gelombang bunyi dengan menggambarkan materi yang akan diajarkan.	4
		2) Menggunakan kombinasi huruf yang dapat memudahkan pembaca dalam mengoperasikan modul digital.	
		3) Penggunaan unsur warna dapat memperjelas tata letak dan fungsi.	
		Memuat dua poin di atas	
		Memuat satu poin di atas	2
		Tidak memuat poin sama sekali	1
2	Tipografi halaman awal	1) Halaman awal modul digital mampu menyajikan informasi yang komunikatif tentang isi materi yang akan diajarkan.	4
		2) Warna item-item pada halaman lebih menonjol daripada latar belakang sehingga dapat membantu dalam memilih item yang diinginkan.	
		3) Tidak menggunakan dekorasi huruf yang dapat mengurangi kejelasan informasi yang disampaikan.	
		Memuat dua poin di atas	
		Memuat satu poin di atas	2
		Tidak memuat poin sama sekali	1
3	Tata letak isi modul digital	1. Penempatan unsur tata letak lengkap dan konsisten berdasarkan pola (judul, subjudul, teks, gambar/ilustrasi, keterangan gambar, angka halaman).	4
		2. Penggunaan kejelasan dan kesesuaian bahasa sesuai dengan aturan kebahasaan yang berlaku (EYD).	
		3. Penempatan ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman peserta didik.	
		Memuat dua poin di atas	
		Memuat satu poin di atas	2
		Tidak memuat poin sama sekali	1
4	Kualitas tampilan	1) Ilustrasi/gambar bersifat dinamis dan dilengkapi keterangan untuk mengungkapkan arti dari objek	4
		2) Ilustrasi/gambar isi akurat sesuai dengan kenyataan objek.	
		3) Ilustrasi yang digunakan sesuai dengan materi yang disajikan.	
		Memuat dua poin di atas	
		Memuat satu poin di atas	2
		Tidak memuat sama sekali	1
Jumlah			

D. Aspek Materi

No	Indikator	Deskripsi	Skor
Aspek Materi			
5	Kesesuaian dengan kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Adanya kesesuaian antara tujuan pembelajaran dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang harus dicapai peserta didik 2) Adanya kesesuaian antara materi pembelajaran dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang harus dicapai peserta didik 3) Adanya kesesuaian antara soal latihan dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang harus dicapai peserta didik 	4
		Memuat dua poin di atas	3
		Memuat satu poin di atas	2
		Tidak memuat sama sekali	1
6	Kedalaman materi	<ol style="list-style-type: none"> 1) Definisi dan konsep yang disajikan sesuai dengan konsep yang berlaku dalam ilmu fisika dan tidak menimbulkan banyak interpretasi 2) Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik 3) Gambar/ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik 	4
		Memuat dua poin di atas	3
		Memuat satu poin di atas	2
		Tidak memuat poin sama sekali	1
7	Kemutakhiran Materi	<ol style="list-style-type: none"> 1) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan ilmu fisika 2) Contoh yang disajikan bersifat aktual dan faktual 3) Contoh yang disajikan sesuai dengan situasi dan kondisi pada lingkungan sekitar 	4
		Memuat dua poin di atas	3
		Memuat satu poin di atas	2
		Tidak memuat poin sama sekali	1
8	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dapat memberikan pengalaman belajar secara mandiri bagi peserta didik 2) Modul sesuai dengan karakteristik dan gaya belajar peserta didik 3) Dapat mempermudah peserta didik dalam materi gelombang bunyi 	4
		Memuat dua poin di atas	3
		Memuat satu poin di atas	2
		Tidak memuat poin sama sekali	1
Jumlah			

E. Aspek Kebahasaan

No	Indikator	Deskripsi	Skor
Aspek Kebahasaan			
8	Kejelasan informasi	1) Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami peserta didik	4
		2) Tulisan yang digunakan jelas dan mudah dibaca	
		3) Kalimat yang digunakan jelas dan tidak bertele-tele	
		Memuat dua poin di atas	3
		Memuat satu poin di atas	2
9	Kejelasan EYD	1) Menggunakan ejaan Bahasa Indonesia secara benar	4
		2) Menggunakan istilah yang jelas	
		3) Kalimat yang digunakan tidak memiliki makna ganda	
		Memuat dua poin di atas	3
		Memuat satu poin di atas	2
Tidak memuat poin sama sekali	1		
Jumlah			

F. Aspek Penyajian

No	Indikator	Deskripsi	Skor
Aspek Penyajian			
10	Penyajian pembelajaran	1) Sistematika penyajian sesuai dengan asas dan pembelajaran (pendahuluan, isi, dan penutup)	4
		2) Penyajian materi bersifat aktif dan partisipatif	
		3) Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang dan mendorong peserta didik untuk mempelajari modul dengan tuntas	
		Memuat dua poin di atas	3
		Memuat satu poin di atas	2
Tidak memuat poin sama sekali	1		
11	Penyajian pendukung	1) Terdapat rangkuman	4
		2) Terdapat informasi tentang peran modul digital dalam pembelajaran	
		3) Terdapat daftar pustaka	
		Memuat dua poin di atas	3
		Memuat satu poin di atas	2
Tidak memuat poin sama sekali	1		
Jumlah			

Respons Peserta Didik dan Guru MA NU 04 Al Ma'arif Boja

Respons

peserta didik dan guru digunakan untuk mengetahui respons peserta didik dan guru terhadap penggunaan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme sebagai bahan ajar

Berikut petunjuk pengisian angket respons peserta didik dan guru:

Petunjuk Pengisian Angket Respons Peserta Didik dan Guru

1. Jawablah pertanyaan dalam angket dengan sejujur-jujurnya
2. Tulis nama dan nomor absen pada kolom yang telah disediakan
3. Setiap kolom pertanyaan dalam angket harus diisi sebagai bahan evaluasi dalam pengembangan modul digital berbasis pendekatan konstruktivisme materi gelombang dan bunyi
4. Isi salah satu dari dua pilihan, yang terdiri dari **Setuju** dan **Tidak Setuju** sesuai dengan tanggapan anda
5. Berikan kritik dan saran pada kolom yang telah disediakan
6. Periksa kembali tanggapan anda
7. Klik kirim jika dianggap tanggapan telah sesuai

[Login ke Google](#) untuk menyimpan progres. [Pelajari lebih lanjut](#)

Respons Peserta Didik dan Guru MA NU 04 Al Ma'arif Boja

[Login ke Google](#) untuk menyimpan progres. [Pelajari lebih lanjut](#)

* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

Tampilan dan Daya Tarik Bahan Ajar

Modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme merupakan hal baru bagi saya *

- Setuju
- Tidak Setuju

Modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme menyajikan tampilan yang menarik *

- Setuju
- Tidak Setuju

Contoh yang disajikan dalam modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme bersifat faktual *

- Setuju
- Tidak Setuju

Contoh yang disajikan dalam modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme bersifat aktual *

- Setuju
- Tidak Setuju

Modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme memberikan pengalaman belajar yang sesuai dengan kehidupan sehari-hari *

- Setuju
- Tidak Setuju

Kembali

Berikutnya

Kosongkan formulir

Respons Peserta Didik dan Guru MA NU 04 Al Ma'arif Boja

[Login ke Google](#) untuk menyimpan progres. [Pelajari lebih lanjut](#)

* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

Kebermanfaatan Bahan Ajar

Modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme sangat bermanfaat bagi saya *

- Setuju
- Tidak Setuju

Kegiatan-kegiatan yang terdapat dalam modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis saya *

- Setuju
- Tidak Setuju

Latihan soal dan pembahasan dalam modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme dapat memudahkan saya dalam memahami materi gelombang bunyi *

- Setuju
- Tidak Setuju

Modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme memberikan kemudahan bagi saya untuk belajar secara mandiri *

- Setuju
- Tidak Setuju

[Kembali](#)

[Berikutnya](#)

[Kosongkan formulir](#)

Respons Peserta Didik dan Guru MA NU 04 Al Ma'arif Boja

[Login ke Google](#) untuk menyimpan progres. [Pelajari lebih lanjut](#)

* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

Kemudahan dalam Pengoperasian Bahan Ajar

Modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme memberikan kemudahan saat diakses *

- Setuju
- Tidak Setuju

Jaringan internet bukan suatu masalah dalam mengakses modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme *

- Setuju
- Tidak Setuju

Respons Peserta Didik dan Guru MA NU 04 Al Ma'arif Boja

[Login ke Google](#) untuk menyimpan progres. [Pelajari lebih lanjut](#)

* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

Kebahasaan dan Penulisan

Bahasa yang digunakan dalam modul digital pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme mudah dipahami *

- Setuju
- Tidak Setuju

Persamaan/rumus yang disajikan tidak membuat saya bingung dalam memahami materi gelombang bunyi *

- Setuju
- Tidak Setuju

[Kembali](#)

[Berikutnya](#)

[Kosongkan formulir](#)

Respons Peserta Didik dan Guru MA NU 04 Al Ma'arif Boja

[Login ke Google](#) untuk menyimpan progres. [Pelajari lebih lanjut](#)

* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi

Fitur Media

Terdapat beberapa fitur yang memudahkan saya dalam mengakses modul digital *
pembelajaran fisika berbasis pendekatan konstruktivisme

- Setuju
- Tidak Setuju

Terdapat *sound* yang membuat pembelajaran fisika lebih interaktif *

- Setuju
- Tidak Setuju

Lampiran 10 Hasil Penilaian Ahli Instrumen

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES (URAIAN) MATERI GELOMBANG BUNYI
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

A. Identitas Validator

Nama	Joko Budi Permana
NIP	19700214 2008 01011
Institusi	UIN Walisongo Semarang
Nomor WhatsApp	
Alamat	Jl. Prof. Hamka Kampus 3 Ngabean Sng

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan instrument ini dengan memberikan tanda cek (V) pada kolom yang berguna untuk mengetahui kualitas instrument tes (uraian).
2. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.

LEMBAR PENILAIAN INSTRUMEN TES (URAIAN) MATERI GELOMBANG BUNYI
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

No	Aspek Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Kesesuaian soal dengan KI dan KD					✓
2	Kesesuaian soal dengan kemampuan berpikir kritis peserta didik					✓
3	Singkatan taraf kegunaan aspek: untuk menaruh pertimbangan					✓
4	Permasalahan dan pertanyaan sudah dijelaskan				✓	
5	Soal tes (uraian) menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan sesuai EYD				✓	
6	Ketepatan informasi					✓
7	Soal tes (uraian) menggunakan istilah fisika yang tepat dan benar					✓
8	Indikator yang digunakan dalam soal sesuai dan positif, efektif, konstruktif, dan operasional					✓
9	Soal tes (uraian) disajikan dengan baik dan menarik					✓
10	Gambar pada Soal tes (uraian) disajikan dengan tepat					✓
11	Penyajian permasalahan dalam Soal tes (uraian) sesuai dengan materi gelombang bunyi					✓

LEMBAR KRITIK DAN SARAN INSTRUMEN TES (URAIAN) MATERI GELOMBANG BUNYI
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

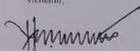
No	Kritik dan Saran
	Instrumen legal digunakan sbg alat ukur menilai hasil pembelajaran & digunakan secara berkala.

Kelengkapan secara umum kualitas soal (uraian) yang akan digunakan sebagai dasar PENGEMBANGAN & MODUL PEMBELAJARAN PINKA BAHASIS PINDUKATAN KONSTRUKTIVISME PADA MATERI GELOMBANG BUNYI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

Beri Tanda Cek (V)

Tugas digunakan tanpa revisi	✓
Dipergunakan dengan revisi	
Dihentikan tidak digunakan	

Semarang, Maret 2023
Validator,



Dr. Joko Budi Purnomo, M.Pd.
NIP. 19760214-300801101

Lampiran 11 Lembar Penilaian Ahli Materi dan Media (Validator 1)

INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN MODUL DIGITAL BERBASIS PENDEKATAN KONSTRUKTIVISME PADA MATERI GELOMBANG BUNYI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

A. Identitas Validator

Nama : Rida Herseptianingrum, S.Pd., M.Sc.
Jabatan : Dosen
Instansi : UIN Walisongo Semarang
Nomor WhatsApp : 085335221466
Alamat : Perumahan Karansih Baru No. 90

B. Petunjuk Pengisian

1. Sebelum mengisi angket, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari modul digital yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan instrument dengan memberikan tanda cek (V) pada kolom yang telah tersedia guna mengetahui kelayakan modul digital yang dikembangkan.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang telah disediakan.

**KRITERIA PERSENTASE KELAYAKAN MODUL DIGITAL BERBASIS
PENDEKATAN KONSTRUKTIVISME PADA MATERI GELOMBANG BUNYI
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

$$X = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{Jumlah maksimal ideal}} \times 100\%$$

No	Persentase	Kriteria
1	$82,25\% \leq X < 100\%$	Sangat Layak
2	$62,5\% \leq X < 82,25\%$	Layak
3	$43,75\% \leq X < 62,5\%$	Kurang layak
4	$25\% \leq X < 43,75\%$	Sangat Kurang Layak

**LEMBAR PENILAIAN VALIDITAS MODUL DIGITAL BERBASIS PENDEKATAN
KONSTRUKTIVISME PADA MATERI GELOMBANG BUNYI UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

1. Aspek Tampilan

No	Aspek Penilaian	Nilai			
		1	2	3	4
1	Desain Cover/Halaman Awal				√
2	Typografi halaman awal				√
3	Tata letak isi modul digital				√
4	Kualitas tampilan				√

2. Aspek Materi

No	Aspek Penilaian	Nilai			
		1	2	3	4
1	Kesesuaian dengan kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)				√
2	Kedalaman materi				√
3	Kemutakhiran materi				√
4	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik				√

3. Aspek Kebahasaan

No	Aspek Penilaian	Nilai			
		1	2	3	4
1	Kejelasan informasi				√
2	Kejelasan EYD				√

4. Aspek Penyajian

No	Aspek Penilaian	Nilai			
		1	2	3	4
1	Penyajian pembelajaran				√
2	Penyajian pendukung				√

**LEMBAR KRITIK DAN SARAN MODUL DIGITAL BERBASIS PENDEKATAN
KONSTRUKTIVISME PADA MATERI GELOMBANG BUNYI UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

No	Kritik dan Saran
	Media pembelajaran yang dibuat sudah cukup bagus, sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Tampilannya menarik dan mudah digunakan.

Kesimpulan secara umum kualitas modul digital yang akan digunakan sebagai dasar Pengembangan Modul Digital Berbasis Pendekatan Konstruktivisme pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Beri Tanda Cek (V)

Dapat digunakan tanpa revisi	√
Dapat digunakan dengan revisi	
Disarankan tidak digunakan	

Semarang, 4 Juli 2023

Validator,



Rida Herseptianingrum, S.Pd., M.Sc.

Lampiran 12 Lembar Penilaian Ahli Materi dan Media (Validator 2)

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN MODUL DIGITAL BERBASIS
PENDEKATAN KONSTRUKTIVISME PADA MATERI GELOMBANG BUNYI
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

A. Identitas Validator

Nama : Hariono
NIP : 19900524 201903 100 6
Jabatan : Dosen Fisika
Nomor WhatsApp : 085 78 1675 44
Alamat : Meteseh, Bajaj, Kendal

B. Petunjuk Pengisian

1. Sebelum mengisi angket, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari modul digital yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan instrument dengan memberikan tanda cek (V) pada kolom yang telah tersedia guna mengetahui kelayakan modul digital yang dikembangkan.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang telah disediakan.

**KRITERIA PERSENTASE KELAYAKAN MODUL DIGITAL BERBASIS
PENDEKATAN KONSTRUKTIVISME PADA MATERI GELOMBANG BUNYI
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

$$X = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{jumlah maksimal ideal}} \times 100\%$$

No	Persentase	Kriteria
1	$82,25\% \leq X < 100\%$	Sangat Layak
2	$62,5\% \leq X < 82,25\%$	Layak
3	$43,75\% \leq X < 62,5\%$	Kurang layak
4	$25\% \leq X < 43,75\%$	Sangat Kurang Layak

**LEMBAR PENILAIAN VALIDITAS MODUL DIGITAL BERBASIS PENDEKATAN
KONSTRUKTIVISME PADA MATERI GELOMBANG BUNYI UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

1. Aspek Tampilan

No	Aspek Penilaian	Nilai			
		1	2	3	4
1	Desain Cover/Halaman Awal				✓
2	Tipografi halaman awal			✓	
3	Tata letak isi modul digital			✓	
4	Kualitas tampilan			✓	

2. Aspek Materi

No	Aspek Penilaian	Nilai			
		1	2	3	4
1	Kesesuaian dengan kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)				✓
2	Kedalaman materi			✓	
3	Kemutakhiran materi			✓	

LEMBAR KRITIK DAN SARAN MODUL DIGITAL BERBASIS PENDEKATAN
 KONSTRUKTIVISME PADA MATERI GELOMBANG BUNYI UNTUK
 MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

No	Kritik dan Saran
1.	berikan keterangan "chapter..." pd halamannya
2.	ada link yg td berfungsi (pojok kanan atas)
3.	Beberapa Apresiasi kurang sesuai dg materi → sesuai pd tiap chapternya
4.	fakta-fakta sesuai dg materinya.
5.	"Cari tau juri" disesuaikan dg materi
6.	Catatan lainnya di chat WA

Kesimpulan secara umum kualitas modul digital yang akan digunakan sebagai dasar Pengembangan Modul Digital Berbasis Pendekatan Konstruktivisme pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Beri Tanda Cek (V)

Dapat digunakan tanpa revisi	<input type="checkbox"/>
Dapat digunakan dengan revisi	<input checked="" type="checkbox"/>
Disarankan tidak digunakan	<input type="checkbox"/>

Semarang, 11 Juli 2023
 Validator,

Hartono, M.Sc.

NIP. 199009242019031006

Lampiran 13 Hasil Penilaian Ahli Materi Validator 1 dan 2

$$x = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{Jumlah maksimal ideal}} \times 100\%$$

Sub-Aspek penilaian	V1	V2	Skor Maksimal	Persentase kelayakan	Kategori
Kesesuaian dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)	4	4	8	100%	Sangat layak
Kedalaman Materi	4	3	8	87,5%	Sangat layak
Kemutakhiran Materi	4	3	8	87,5%	Sangat layak
Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	4	4	8	100%	Sangat layak
Kejelasan Informasi	4	4	8	100%	Sangat layak
Kejelasan EYD	4	4	8	100%	Sangat layak
Rata-rata	4	3,66	8	95,8 %	Sangat Layak

Lampiran 14 Hasil Penilaian Ahli Media Validator 1 dan 2

$$x = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{Jumlah maksimal ideal}} \times 100\%$$

Sub-Aspek penilaian	V1	V2	Skor Maksimal	Persentase kelayakan	Kategori
Desain cover/halaman awal	4	4	8	100%	Sangat layak
Tipografi halaman awal	4	3	8	87,5%	Sangat layak
Tata letak isi modul digital	4	3	8	87,5%	Sangat layak
Kualitas tampilan	4	3	8	87,5%	Sangat layak
Kejelasan Informasi	4	4	8	100%	Sangat layak
Kejelasan EYD	4	4	8	100%	Sangat layak
Penyajian pembelajaran	4	4	8	100%	Sangat Layak
Penyajian pendukung	4	4	8	100%	Sangat layak
Rata-rata	4	3,625	8	95,3%	Sangat Layak

Lampiran 16 Tampilan Modul Digital

The image shows two screenshots of a digital module interface for 'SOUNDWAVES'. The top screenshot displays the 'Dashboard' page, which includes a sidebar menu with 'Dashboard', 'Menu', 'Pengantar', and 'Chapter'. The main content area features a welcome message: 'Selamat Datang di Soundwaves' and a paragraph explaining the interactive nature of the module. A 'Petunjuk Penggunaan Modul' button is visible. The bottom screenshot shows the 'Petunjuk Penggunaan' (User Guide) page, which provides detailed instructions for users, including a list of seven numbered points regarding the module's structure and navigation.

SOUNDWAVES

Dashboard

Menu

Pengantar

Chapter

Selamat Datang di Soundwaves

Selamat datang di Modul Interaktif Gelombang Bunyi! Melalui dashboard web ini, Anda akan dapat mempelajari konsep-konsep dasar tentang gelombang bunyi secara interaktif dan mengeksplorasi berbagai fitur yang tersedia. Dashboard ini dirancang untuk membantu Anda memahami fenomena gelombang bunyi dengan cara yang menyenangkan dan mudah dipahami. Dengan menggunakan visualisasi yang interaktif, simulasi, dan alat pengukuran, Anda akan dapat menggali lebih dalam tentang gelombang bunyi.

[Petunjuk Penggunaan Modul](#)

Copyright © Soundwaves 2023

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

SOUNDWAVES

Dashboard

Menu

Pengantar

Chapter

Petunjuk Penggunaan

Sebat Mibu, sebelum menggunakan modul ini, kita baca petunjuk penggunaannya dulu yuk! Petunjuk Penggunaan Modul Digital Gelombang Bunyi:

1. Berdoa sebelum memulai belajar.
2. Setiap chapter pada modul digital harus kalian lalui terlebih dahulu dengan membaca dan memahaminya.
3. Modul digital ini terdapat 7 chapter dan 6 sub materi. Setelah kalian selesai membacanya, kerjakan soal-soal latihan untuk memperkuat pemahaman.
4. Modul digital ini memiliki icon yang dikenal dengan Mibu (Mister Bunyi). Mibu ini nantinya akan membersamalkan kalian di setiap chapternya.
5. Modul digital ini memiliki tiga bagian unik pada setiap chapternya yang terdiri dari:
 - a. Apersepsi
Apersepsi merupakan bagian yang bertujuan untuk memantik peserta didik untuk fokus pada materi yang akan dipelajari. Apersepsi juga bertujuan untuk menghubungkan pengetahuan yang dimiliki peserta didik dengan pengetahuan yang akan dipelajari.
 - b. FASBU (Fakta Seder Bunyi)
FASBU merupakan bagian yang berisi tentang fakta menarik tentang bunyi dan segala sesuatu yang dipelajari pada materi gelombang bunyi.
 - c. Cari Tahu Yuk!
Cari Tahu Yuk! Merupakan bagian yang bertujuan mengukur kemampuan peserta didik dalam menghubungkan hal-hal yang telah dipelajari peserta didik dalam modul dengan kehidupan sehari-hari dengan memberikan jawaban pada kolom yang telah disediakan.
6. Modul digital memiliki pre-test dan post-test yang bertujuan untuk mengukur kemampuan kalian sebelum dan setelah belajar materi gelombang bunyi.
7. Untuk memuatkan kalian mempelajari isi modul secara berurutan, kalian dapat menggunakan petunjuk berikut:
 - a. Back, digunakan untuk kembali ke halaman sebelumnya.
 - b. Next, digunakan untuk memasuki halaman selanjutnya.

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik mampu untuk memahami konsep dan prinsip gelombang bunyi meliputi cepat rambat bunyi, bunyi pada hewan, bunyi pada organ, intensitas, dan efek Doppler.
2. Peserta didik mampu belajar secara mandiri.
3. Peserta didik mampu merefleksikan pengetahuan yang dimiliki sebelum dan setelah mendapatkan materi gelombang bunyi.

Kompetensi Inti

1. KI-1 dan KI-2: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggung jawab, responsif, dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional.
2. KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingih tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kemasyarakatan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
3. KI-4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar

- a. 3.10 Memahami konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.
- b. 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan cahaya, bentuk, presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi.

Chapter 1 : Gelombang Bunyi

Apresiasi

Pernahkan kalian memainkan alat musik? Pernahkah kalian berpikir mengapa alat musik dapat menghasilkan bunyi dan memiliki bunyi yang berbeda-beda saat dimainkan? Eits, tenang aja. Pada bagian ini kita akan belajar mengenai fenomena-fenomena di atas. Mibu spill sedikit deh, fenomena-fenomena di atas merupakan beberapa fenomena dari gelombang bunyi. Mau tau lebih jelasnya? yuk simak materi di bawah!

Tentang Gelombang Bunyi

Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang arah rambatannya sama dengan arah getarannya. Selain itu, bunyi juga merupakan hasil dari suatu getaran. Misalnya saja seperti ketika kita memukul suatu benda, maka benda tersebut akan bergetar dan mengeluarkan bunyi. Sumber bunyi adalah benda yang bergetar atau digetarkan. Misalnya saja alat musik seperti gitar, gendang, biola, gamelan, dan alat musik lainnya. Tentunya alat-alat musik tersebut harus dimainkan ya sob, jika tidak dimainkan benda tidak akan menghasilkan suara. Berdasarkan definisi dan contoh di atas, maka dapat disimpulkan bahwa bunyi dapat dihasilkan dari benda yang bergetar atau digetarkan.

Fakta Menarik Tentang Bunyi

Tahu gak sih kalau gamelan adalah alat musik tradisional yang terkenal sampai mancanegara? Hmm apa ya kira-kira keunikan gamelan yang menjadikannya sebagai alat musik yang unik?



Gamelan adalah alat musik yang pertama kali diciptakan dalam bentuk membranofon, semacam alat musik yang dibuat dari kulit sapi dan dimainkan dengan cara dipukul. Secara harfiah, istilah gamelan asalnya dari kut gamel yang artinya memukul. Gamelan dilatikan sebagai alat musik yang unik karena gamelan dimainkan secara bersama-sama dan masing-masing pemain saling memberikan harmonisasi dan membentuk kerja sama yang baik untuk menghasilkan instrumen yang nyaman di dengar. Selain itu, gamelan juga dipercaya dapat memberi efek terapi untuk memperbaiki kondisi batin, meskipun tidak memalukannya secara langsung, namun dengan mendengarnya saja dapat membuat perasaan menjadi tenang.

Cari Tau Yuk!

Pernahkan kalian berbicara dengan orang yang bertempak tinggal di daerah pesisir (dataran rendah) dan pegunungan (dataran tinggi)? Apakah ada perbedaan nada bicara antara keduanya?

Next

SOUNDWAVES

Dashboard

Home

Pengantar

Chapter

Waktunya Kuis

3. Bunyi dan cahaya memiliki persamaan dan perbedaan. Pernyataan berikut yang tidak tepat adalah....

A. Bunyi adalah gelombang mekanik, sedangkan cahaya adalah gelombang elektromagnetik

B. Bunyi adalah gelombang longitudinal

C. Cahaya adalah gelombang transversal

D. Kecepatan perambatannya sama

E. Keduanya adalah gejala gelombang

Next

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows

Home

Pengantar

Chapter

Pembahasan

Soal 1

Bunyi sebagai gelombang memiliki sifat-sifat yang sama dengan gelombang. Salah satu sifat tersebut adalah bunyi dapat dipantulkan (refleksi). Bunyi dapat dipantulkan apabila bunyi mengenai sesuatu yang keras seperti permukaan dinding batu, besi, semen, seng, dan kaca. Berdasarkan hal tersebut, bunyi akan lebih keras apabila berada di dalam gua dari pada di luarnya.

Soal 2

Besaran pada gelombang terdiri atas

- Dasar gelombang: Titik terendah dari gelombang
- Periode gelombang: Waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu Panjang gelombang
- Panjang gelombang: Jarak antara dua puncak atau dua dasar yang berdekatan
- Panjang gelombang: Jarak antara dua puncak atau dua dasar yang berdekatan
- Puncak gelombang: Titik tertinggi dari suatu gelombang

Soal 3

Berdasarkan arah rambat getarannya, gelombang terbagi menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Contoh dari gelombang transversal adalah gelombang cahaya, sedangkan contoh dari gelombang longitudinal adalah gelombang bunyi. Berdasarkan medium perambatannya, gelombang dapat dibedakan menjadi dua, yaitu gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Contoh gelombang mekanik adalah gelombang bunyi, sedangkan contoh gelombang elektromagnetik adalah gelombang cahaya. Bunyi dan cahaya memiliki persamaan, yaitu keduanya merupakan gejala gelombang. Bunyi dan cahaya juga memiliki perbedaan, perbedaannya terdapat pada cepat rambatnya. Cepat rambat bunyi 330 m/s - 5400 m/s, sedangkan cepat rambat cahaya adalah $3 \cdot 10^8$ m/s. Maka pernyataan yang tidak tepat adalah pernyataan D.

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows

Lampiran 17 Surat Permohonan Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185

E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.4111/Un.10.8/K/SP.01.08/06/2023 07 Juni 2023
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah MA NU 04 Boja
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Feby Alfiana
NIM : 1908066021
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : PENGEMBANGAN MODUL DIGITAL PEMBELAJARAN FISIKA
BERBASIS PENDEKATAN KONSTRUKTIVISME PADA MATERI
GELOMBANG BUNYI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KRITIS

Dosen Pembimbing : Afa Ardhi Saputri , M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di sekolah yang Bapak/ibu pimpin , yang akan dilaksanakan tanggal 12 – 30 Juni 2023

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Agakan
Kabag. TU
Samsis, SH, M.H

19691017 199403 1 002

Tembusan Yth

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

Lampiran 18 Analisis Validitas Butir Soal

Responden	Skor Butir Pertanyaan										Skor Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R1	10	10	10	10	10	8	0	10	0	3	71
R2	10	3	2	0	10	10	0	10	10	6	61
R3	10	8	10	10	10	10	0	5	8	5	76
R4	0	10	10	10	10	7	0	0	8	0	50
R5	10	5	10	0	0	0	2	10	10	8	55
R6	10	10	10	4	2	2	2	5	2	10	57
R7	10	10	10	10	5	0	0	8	0	10	63
R8	10	6	10	10	4	0	0	10	5	4	59
R9	10	10	10	10	5	2	2	10	2	5	66
R10	10	10	10	10	10	0	0	5	0	4	59
R11	2	8	10	2	4	4	10	10	4	10	64
R12	0	10	10	4	4	4	0	10	8	8	58
R13	4	10	10	10	4	10	0	10	0	10	68
R14	10	5	10	10	4	4	2	10	10	10	75
R15	10	10	10	10	0	0	5	5	2	5	57
R16	10	4	10	4	7	4	4	6	2	7	58
R17	10	10	10	10	10	0	0	10	0	10	70
R18	10	7	10	0	10	0	6	6	0	8	57
R19	10	10	10	0	0	9	0	10	0	10	59
R20	4	5	10	5	6	0	0	10	10	9	59
R21	10	10	10	10	7	0	7	10	0	5	69
R22	0	5	10	5	10	0	0	8	10	10	58
R23	10	10	10	10	10	10	8	5	10	8	91
R24	0	4	2	4	0	4	4	6	0	10	34
R25	10	10	10	5	10	0	0	10	6	10	71
R26	10	6	10	10	10	0	0	10	0	10	66
R27	10	10	10	10	10	10	10	8	10	8	96
R28	10	6	10	10	10	10	5	6	2	3	72
R29	10	10	10	10	10	10	5	7	10	7	89
R30	10	8	5	10	10	10	0	4	4	6	67

r xy	0,470084	0,373459	0,3506	0,476158	0,544654	0,526844	0,370402	-0,00942	0,417194	-0,08279
t hitung	2,818256	2,130296	1,980939	2,865253	3,436473	3,279906	2,11007	-0,04982	2,429073	-0,43961
t tabel	2,048407									
Keterangan	Valid	Valid	Invalid	Valid	Valid	Valid	Valid	Invalid	Valid	Invalid
Jumlah Valid	7									
Jumlah Tidak Valid	3									

Lampiran 19 Analisis Reliabilitas Soal

Nama	Skor Butir Pertanyaan										Skor Total	Jumlah Kuadrat
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
R1	10	10	10	10	10	8	0	10	0	3	71	5041
R2	10	3	2	0	10	10	0	10	10	6	61	3721
R3	10	8	10	10	10	10	0	5	8	5	76	5776
R4	0	10	10	10	7	0	0	8	0	5	50	2500
R5	10	5	10	0	0	0	2	10	10	8	55	3025
R6	10	10	10	4	2	2	2	5	2	10	57	3249
R7	10	10	10	10	5	0	0	8	0	10	63	3969
R8	10	6	10	10	4	0	0	10	5	4	59	3481
R9	10	10	10	10	5	2	2	10	2	5	66	4356
R10	10	10	10	10	10	0	0	5	0	4	59	3481
R11	2	8	10	2	4	4	10	10	4	10	64	4096
R12	0	10	10	4	4	4	0	10	8	8	58	3364
R13	4	10	10	10	4	10	0	10	0	10	68	4624
R14	10	5	10	10	4	4	2	10	10	10	75	5625
R15	10	10	10	10	0	0	5	5	2	5	57	3249
R16	10	4	10	4	7	4	4	6	2	7	58	3364
R17	10	10	10	10	10	0	0	10	0	10	70	4900
R18	10	7	10	0	10	0	6	6	0	8	57	3249
R19	10	10	10	0	0	9	0	10	0	10	59	3481
R20	4	5	10	5	6	0	0	10	10	9	59	3481
R21	10	10	10	10	7	0	7	10	0	5	69	4761
R22	0	5	10	5	10	0	0	8	10	10	58	3364
R23	10	10	10	10	10	10	8	5	10	8	91	8281
R24	0	4	2	4	0	4	4	6	0	10	34	1156
R25	10	10	10	5	10	0	0	10	6	10	71	5041
R26	10	6	10	10	10	0	0	10	0	10	66	4356
R27	10	10	10	10	10	10	10	8	10	8	96	9216
R28	10	6	10	10	10	10	5	6	2	3	72	5184
R29	10	10	10	10	10	10	5	7	10	7	89	7921
R30	10	8	5	10	10	10	0	4	4	6	67	4489

Nama (Sigma X ²)	Skor Butir Pertanyaan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R1	100	100	100	100	100	64	0	100	0	9
R2	100	9	4	0	100	100	0	100	100	36
R3	100	64	100	100	100	100	0	25	64	25
R4	0	100	100	100	49	0	0	64	0	25
R5	100	25	100	0	0	0	4	100	100	64
R6	100	100	100	16	4	4	4	25	4	100
R7	100	100	100	100	25	0	0	64	0	100
R8	100	36	100	100	16	0	0	100	25	16
R9	100	100	100	100	25	4	4	100	4	25
R10	100	100	100	100	100	0	0	25	0	16
R11	4	64	100	4	16	16	100	100	16	100
R12	0	100	100	16	16	16	0	100	64	64
R13	16	100	100	100	16	100	0	100	0	100
R14	100	25	100	100	16	16	4	100	100	100
R15	100	100	100	100	0	0	25	25	4	25
R16	100	16	100	16	49	16	16	36	4	49
R17	100	100	100	100	100	0	0	100	0	100
R18	100	49	100	0	100	0	36	36	0	64
R19	100	100	100	0	0	81	0	100	0	100
R20	16	25	100	25	36	0	0	100	100	81
R21	100	100	100	100	49	0	49	100	0	25
R22	0	25	100	25	100	0	0	64	100	100
R23	100	100	100	100	100	100	64	25	100	64
R24	0	16	4	16	0	16	16	36	0	100
R25	100	100	100	25	100	0	0	100	36	100
R26	100	36	100	100	100	0	0	100	0	100
R27	100	100	100	100	100	100	100	64	100	64
R28	100	36	100	100	100	100	25	36	4	9
R29	100	100	100	100	100	100	25	49	100	49
R30	100	64	25	100	100	100	0	16	16	36
Sigma X²	2336	2090	2733	1943	1717	1033	472	2090	1041	1846

Sigma X	240	240	279	213	199	121	72	242	125	224	1955	131801
Sigma X²	2336	2090	2733	1943	1717	1033	472	2090	1041	1846		
N	30											
Varian	13,86667	5,666667	4,61	14,35667	13,23222	18,16556	9,973333	4,595556	17,33889	5,782222		
Sigma Varian	107,5878											
Varian Total	146,6722											
n Soal	10											
r11	0,815028											
kriteria	Sangat Tinggi											

Lampiran 21 Analisis Tingkat Kesukaran Butir Soal

Responden	Skor Butir Pertanyaan										Skor Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R1	10	10	10	10	10	8	0	10	0	3	71
R2	10	3	2	0	10	10	0	10	10	6	61
R3	10	8	10	10	10	10	0	5	8	5	76
R4	0	10	10	10	7	0	0	8	0	5	50
R5	10	5	10	0	0	0	2	10	10	8	55
R6	10	10	10	4	2	2	2	5	2	10	57
R7	10	10	10	10	5	0	0	8	0	10	63
R8	10	6	10	10	4	0	0	10	5	4	59
R9	10	10	10	10	5	2	2	10	2	5	66
R10	10	10	10	10	10	0	0	5	0	4	59
R11	2	8	10	2	4	4	10	10	4	10	64
R12	0	10	10	4	4	4	0	10	8	8	58
R13	4	10	10	10	4	10	0	10	0	10	68
R14	10	5	10	10	4	4	2	10	10	10	75
R15	10	10	10	10	0	0	5	5	2	5	57
R16	10	4	10	4	7	4	4	6	2	7	58
R17	10	10	10	10	10	0	0	10	0	10	70
R18	10	7	10	0	10	0	6	6	0	8	57
R19	10	10	10	0	0	9	0	10	0	10	59
R20	4	5	10	5	6	0	0	10	10	9	59
R21	10	10	10	10	7	0	7	10	0	5	69
R22	0	5	10	5	10	0	0	8	10	10	58
R23	10	10	10	10	10	10	8	5	10	8	91
R24	0	4	2	4	0	4	4	6	0	10	34
R25	10	10	10	5	10	0	0	10	6	10	71
R26	10	6	10	10	10	0	0	10	0	10	66
R27	10	10	10	10	10	10	10	8	10	8	96
R28	10	6	10	10	10	10	5	6	2	3	72
R29	10	10	10	10	10	10	5	7	10	7	89
R30	10	8	5	10	10	10	0	4	4	6	67

Rata-rata skor	8	8	9,3	7,1	6,633333	4,033333	2,4	8,066667	4,166667	7,466667	65,1666667
Skor maksimal	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
TK	0,8	0,8	0,93	0,71	0,663333	0,403333	0,24	0,806667	0,416667	0,746667	
Kriteria	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Sedang	Sedang	Sukar	Mudah	Sedang	Mudah	

Lampiran 22 Nilai *Pre-Test* dan *Post-Test*

No	Nama	Nilai Pre-Test	Nilai Post-Test
1	AHMAD SAPUTRA	25	38
2	ARDIYANTO A S K A FARANDI	21	36
3	ARSYADA MUHAMMAD HARUN	10	32
4	BA YU A L I M A S K H U R	10	30
5	CAHYA INDRA PUTRA	0	14
6	CESYA VATIA APRILLIA SAHARANI	0	0
7	DEVI RISTITA WATI	0	26
8	DEWI CHOIRUNNISA	0	0
9	DIDIK IMAM FARDHANI	7	35
10	DUWI KHOLIFAH	13	26
11	ERNI JIHAN FAHRIYAH	8	48
12	FIRDA AMINA TUZZURIYAH	12	43
13	FIRDA ZAHRA FANANNI	10	48
14	FITKHI FAZA LUKMANA	14	32
15	HARBAT JULIYANO GONZALES	15	26
16	ILMA NAZALA	19	32
17	KAMAL ADI MUSTOFA	14	42
18	LAILAT ULKUSNAH	23	46
19	LIDWINA PRAMESTI KHOIRUNNISA	10	44
20	MILA RAMA YANTI	13	43
21	MUHAMAD REZZA AKBAR	13	38
22	NIKEN FRANSISKA DEVI	22	50
23	NISWA TUN KHOIRIYAH	15	35
24	NURUL CHOTIMATUS SA'ADAH	14	51
25	PRAMESTI INDAH RAHMANNISA	12	30
26	RENO	12	43
27	RISMA YANTI	14	44
28	RIYAN BISRI MUSTOFA	19	24
29	RIZKY BRIYAN PRATAMA	19	26
30	RYA RAMADANI	15	45
31	SOFIANA HAPSARI	20	46
32	SOFYAN EFENDI	22	22
33	SUKMA WATI	33	50
34	WAHYU DANANG DWI NASUTION	16	25
35	ANISA EKA FADILLA	17	32
36	ALIN NUR HIKMAH	14	33
37	SALMA AZZAHRA PUTRI AZIZAH	10	47
38	PUTRI NAULA ISLAMADINA	21	35
39	AZAHRA ZAESHANIA	18	50
40	DANU FEBRIYANSYAH	24	14

Lampiran 23 Analisis Normalitas *Pre-Test*

Pre-Test			Kelas	Interval	Interval Kelas	Fi	Xi	Fi.Xi	
Jumlah Data (N)	40		1	0	5	4	2,5	10	
Max	33		2	6	11	7	8,5	59,5	
Min	0		3	12	17	16	14,5	232	
Range	33		4	18	23	18-23	10	20,5	
Jumlah Kelas (K)	6,286798	6	5	24	29	24-29	2	26,5	
Interval (P)	5,5	6	6	30	35	30-35	1	32,5	
			Jumlah				40		592

$$\text{Rata-rata (X bar)} = \frac{\sum fi.xi}{\sum fi} = 14,8$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum fi(Xi - Xbar)^2}{n}} = 6,701492371$$

Nilai Observasi				Batas Kelas		(Xi-Xbar)/SD		Normsdist	
Kelas	Interval	Fi atau Oi	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Tabel Z		
1	0	5	-2	-0,5	5,5	-2,2830736	-1,387750591	0,011213018	0,082606502
2	6	11	7	5,5	11,5	-1,3877506	-0,492427629	0,082606502	0,311208536
3	12	17	16	11,5	17,5	-0,4924276	0,402895333	0,311208536	0,656487388
4	18	23	10	17,5	23,5	0,4028953	1,298218295	0,656487388	0,902893833
5	24	29	2	23,5	29,5	1,2982183	2,193541257	0,902893833	0,985865797
6	30	35	1	29,5	35,5	2,1935413	3,088864219	0,985865797	0,998995384
Jumlah			40						
			4,441237505						
Derajat Kebebasan (K-3)				DK=3		Signifikasi			
						Jika nilai X ² hitung < nilai X ² tabel, maka Ho diterima dan Ha ditolak			
						Jika nilai X ² hitung > nilai X ² tabel, maka Ho ditolak dan Ha diterima			
0,05						Keputusan			
Nilai Tabel X ²				7,814727903		X ² Hitung < X ² Tabel			
						Keputusan hipotesis: Ho dan Ha (Data Pre-Test terdistribusi normal)			

Lampiran 25 Analisis *N-Gain*

Perolehan <i>N-Gain</i>	Kriteria
$N-Gain > 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq N-Gain \leq 0,70$	Sedang
$N-Gain < 0,30$	Rendah

$$N-Gain = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pre-test}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}}$$

Perhitungan <i>N-Gain</i> Score						
Nomor	Nilai Pre-Test	Nilai Post-Test	Post-Pre	Skor Ideal (100-Pre)	<i>N-Gain</i> Score	<i>N-Gain</i> Score (%)
1	25	38	13	75	0,173333333	17,3333333
2	21	36	15	79	0,189873418	18,9873417
3	10	32	22	70	0,314285714	31,4285714
4	10	30	20	70	0,285714286	28,57142857
5	0	14	34	100	0,34	34
6	0	0	0	100	0	0
7	0	26	26	80	0,325	32,5
8	0	0	0	100	0	0
9	7	35	28	73	0,383561644	38,3561644
10	13	26	13	87	0,149425287	14,94252874
11	8	48	40	92	0,434782609	43,47826087
12	12	43	31	78	0,397435897	39,74358974
13	10	48	38	75	0,506666667	50,66666667
14	14	32	18	66	0,272727273	27,27272727
15	15	26	11	55	0,2	20
16	19	32	13	70	0,185714286	18,57142857
17	14	42	28	66	0,424242424	42,42424242
18	23	46	23	57	0,403508772	40,35087719
19	10	44	34	70	0,485714286	48,57142857
20	13	43	30	50	0,6	60
21	13	38	25	57	0,438596491	43,85964912
22	22	40	28	78	0,358974359	35,8974359
23	15	35	20	85	0,235294118	23,52941176
24	14	51	37	66	0,560606061	56,06060606
25	12	30	18	60	0,3	30
26	12	43	31	68	0,544117647	54,41176471
27	14	44	30	70	0,428571429	42,85714286
28	19	24	5	75	0,066666667	6,666666667
29	19	26	7	70	0,1	10
30	15	45	30	70	0,428571429	42,85714286
31	20	46	26	60	0,433333333	43,3333333
32	22	22	0	65	0	0
33	33	50	17	57	0,298245614	29,8245614
34	16	25	9	64	0,140625	14,0625
35	17	32	15	63	0,238095238	23,80952381
36	14	33	19	66	0,287878788	28,78787879
37	10	47	37	60	0,616666667	61,66666667
38	21	35	14	75	0,186666667	18,66666667
39	18	50	32	82	0,390243902	39,02439024
40	24	44	20	55	0,363636364	36,36363636
Mean					0,315160568	31,5160568

Lampiran 26 Tabel Distribusi r tabel

Tabel r untuk df = 1 - 50

df = (N-2)	Tingkat signifikansi untuk uji satu arah				
	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	Tingkat signifikansi untuk uji dua arah				
	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.9877	0.9969	0.9995	0.9999	1.0000
2	0.9900	0.9906	0.9906	0.9906	0.9990
3	0.9054	0.9783	0.9343	0.9587	0.9911
4	0.7293	0.8114	0.8222	0.9172	0.9741
5	0.6694	0.7515	0.8329	0.8745	0.9509
6	0.6215	0.7067	0.7887	0.8343	0.9249
7	0.5822	0.6664	0.7498	0.7977	0.8983
8	0.5494	0.6319	0.7155	0.7646	0.8721
9	0.5214	0.6021	0.6851	0.7348	0.8470
10	0.4973	0.5760	0.6581	0.7079	0.8233
11	0.4762	0.5529	0.6339	0.6835	0.8010
12	0.4575	0.5324	0.6120	0.6614	0.7800
13	0.4409	0.5140	0.5923	0.6411	0.7604
14	0.4259	0.4973	0.5742	0.6226	0.7419
15	0.4124	0.4821	0.5577	0.6055	0.7247
16	0.4000	0.4683	0.5425	0.5897	0.7084
17	0.3887	0.4555	0.5285	0.5751	0.6932
18	0.3783	0.4438	0.5155	0.5614	0.6788
19	0.3687	0.4329	0.5034	0.5487	0.6652
20	0.3598	0.4227	0.4921	0.5368	0.6524
21	0.3515	0.4132	0.4815	0.5256	0.6402
22	0.3438	0.4044	0.4716	0.5151	0.6287
23	0.3365	0.3961	0.4622	0.5052	0.6178
24	0.3297	0.3882	0.4534	0.4958	0.6074
25	0.3233	0.3809	0.4451	0.4869	0.5974
26	0.3172	0.3739	0.4372	0.4785	0.5880
27	0.3115	0.3673	0.4297	0.4705	0.5790
28	0.3061	0.3610	0.4226	0.4629	0.5703
29	0.3009	0.3550	0.4158	0.4556	0.5620
30	0.2960	0.3494	0.4093	0.4487	0.5541
31	0.2913	0.3440	0.4032	0.4421	0.5465
32	0.2869	0.3388	0.3972	0.4357	0.5392
33	0.2826	0.3338	0.3916	0.4296	0.5322
34	0.2785	0.3291	0.3862	0.4238	0.5254
35	0.2746	0.3246	0.3810	0.4182	0.5189
36	0.2709	0.3202	0.3760	0.4128	0.5126
37	0.2673	0.3160	0.3712	0.4076	0.5066
38	0.2638	0.3120	0.3665	0.4026	0.5007
39	0.2605	0.3081	0.3621	0.3978	0.4950
40	0.2573	0.3044	0.3578	0.3932	0.4896
41	0.2542	0.3008	0.3536	0.3887	0.4843
42	0.2512	0.2973	0.3496	0.3843	0.4791
43	0.2483	0.2940	0.3457	0.3801	0.4742
44	0.2455	0.2907	0.3420	0.3761	0.4694
45	0.2429	0.2876	0.3384	0.3721	0.4647
46	0.2403	0.2845	0.3348	0.3683	0.4601
47	0.2377	0.2816	0.3314	0.3646	0.4557
48	0.2353	0.2787	0.3281	0.3610	0.4514
49	0.2329	0.2759	0.3249	0.3575	0.4473
50	0.2306	0.2732	0.3218	0.3542	0.4432

Tabel r untuk df = 51 - 100

df = (N-2)	Tingkat signifikansi untuk uji satu arah				
	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	Tingkat signifikansi untuk uji dua arah				
	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
51	0.2284	0.2706	0.3188	0.3509	0.4393
52	0.2262	0.2681	0.3158	0.3477	0.4354
53	0.2241	0.2656	0.3129	0.3445	0.4317
54	0.2221	0.2632	0.3102	0.3415	0.4280
55	0.2201	0.2609	0.3074	0.3385	0.4244
56	0.2181	0.2586	0.3048	0.3357	0.4210
57	0.2162	0.2564	0.3022	0.3328	0.4176
58	0.2144	0.2542	0.2997	0.3301	0.4143
59	0.2126	0.2521	0.2972	0.3274	0.4110
60	0.2108	0.2500	0.2948	0.3248	0.4079
61	0.2091	0.2480	0.2925	0.3223	0.4048
62	0.2075	0.2461	0.2902	0.3198	0.4018
63	0.2058	0.2441	0.2880	0.3173	0.3988
64	0.2042	0.2423	0.2858	0.3150	0.3959
65	0.2027	0.2404	0.2837	0.3126	0.3931
66	0.2012	0.2387	0.2816	0.3104	0.3903
67	0.1997	0.2369	0.2796	0.3081	0.3876
68	0.1982	0.2352	0.2776	0.3060	0.3850
69	0.1968	0.2335	0.2756	0.3038	0.3823
70	0.1954	0.2319	0.2737	0.3017	0.3798
71	0.1940	0.2303	0.2718	0.2997	0.3773
72	0.1927	0.2287	0.2700	0.2977	0.3748
73	0.1914	0.2272	0.2682	0.2957	0.3724
74	0.1901	0.2257	0.2664	0.2938	0.3701
75	0.1888	0.2242	0.2647	0.2919	0.3678
76	0.1876	0.2227	0.2630	0.2900	0.3655
77	0.1864	0.2213	0.2613	0.2882	0.3633
78	0.1852	0.2199	0.2597	0.2864	0.3611
79	0.1841	0.2185	0.2581	0.2847	0.3589
80	0.1829	0.2172	0.2565	0.2830	0.3568
81	0.1818	0.2159	0.2550	0.2813	0.3547
82	0.1807	0.2146	0.2535	0.2796	0.3527
83	0.1796	0.2133	0.2520	0.2780	0.3507
84	0.1786	0.2120	0.2505	0.2764	0.3487
85	0.1775	0.2108	0.2491	0.2748	0.3468
86	0.1765	0.2096	0.2477	0.2732	0.3449
87	0.1755	0.2084	0.2463	0.2717	0.3430
88	0.1745	0.2072	0.2449	0.2702	0.3412
89	0.1735	0.2061	0.2435	0.2687	0.3393
90	0.1726	0.2050	0.2422	0.2673	0.3375
91	0.1716	0.2039	0.2409	0.2659	0.3358
92	0.1707	0.2028	0.2396	0.2645	0.3341
93	0.1698	0.2017	0.2384	0.2631	0.3323
94	0.1689	0.2006	0.2371	0.2617	0.3307
95	0.1680	0.1996	0.2359	0.2604	0.3290
96	0.1671	0.1986	0.2347	0.2591	0.3274
97	0.1663	0.1975	0.2335	0.2578	0.3258
98	0.1654	0.1966	0.2324	0.2565	0.3242
99	0.1646	0.1956	0.2312	0.2552	0.3226
100	0.1638	0.1946	0.2301	0.2540	0.3211

Tabel r untuk df = 101 - 150

df = (N-2)	Tingkat signifikansi untuk uji satu arah				
	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	Tingkat signifikansi untuk uji dua arah				
	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
101	0.1630	0.1937	0.2290	0.2528	0.3196
102	0.1622	0.1927	0.2279	0.2515	0.3181
103	0.1614	0.1918	0.2268	0.2504	0.3166
104	0.1606	0.1909	0.2257	0.2492	0.3152
105	0.1599	0.1900	0.2247	0.2480	0.3137
106	0.1591	0.1891	0.2236	0.2469	0.3123
107	0.1584	0.1882	0.2226	0.2458	0.3109
108	0.1576	0.1874	0.2216	0.2446	0.3095
109	0.1569	0.1865	0.2206	0.2436	0.3082
110	0.1562	0.1857	0.2196	0.2425	0.3068
111	0.1555	0.1848	0.2186	0.2414	0.3055
112	0.1548	0.1840	0.2177	0.2403	0.3042
113	0.1541	0.1832	0.2167	0.2393	0.3029
114	0.1535	0.1824	0.2158	0.2383	0.3016
115	0.1528	0.1816	0.2149	0.2373	0.3004
116	0.1522	0.1809	0.2139	0.2363	0.2991
117	0.1515	0.1801	0.2131	0.2353	0.2979
118	0.1509	0.1793	0.2122	0.2343	0.2967
119	0.1502	0.1786	0.2113	0.2333	0.2955
120	0.1496	0.1779	0.2104	0.2324	0.2943
121	0.1490	0.1771	0.2096	0.2315	0.2931
122	0.1484	0.1764	0.2087	0.2305	0.2920
123	0.1478	0.1757	0.2079	0.2296	0.2908
124	0.1472	0.1750	0.2071	0.2287	0.2897
125	0.1466	0.1743	0.2062	0.2278	0.2886
126	0.1460	0.1736	0.2054	0.2269	0.2875
127	0.1455	0.1729	0.2046	0.2260	0.2864
128	0.1449	0.1723	0.2039	0.2252	0.2853
129	0.1443	0.1716	0.2031	0.2243	0.2843
130	0.1438	0.1710	0.2023	0.2235	0.2832
131	0.1432	0.1703	0.2015	0.2226	0.2822
132	0.1427	0.1697	0.2008	0.2218	0.2811
133	0.1422	0.1690	0.2001	0.2210	0.2801
134	0.1416	0.1684	0.1993	0.2202	0.2791
135	0.1411	0.1678	0.1986	0.2194	0.2781
136	0.1406	0.1672	0.1979	0.2186	0.2771
137	0.1401	0.1666	0.1972	0.2178	0.2761
138	0.1396	0.1660	0.1965	0.2170	0.2752
139	0.1391	0.1654	0.1958	0.2163	0.2742
140	0.1386	0.1648	0.1951	0.2155	0.2733
141	0.1381	0.1642	0.1944	0.2148	0.2723
142	0.1376	0.1637	0.1937	0.2140	0.2714
143	0.1371	0.1631	0.1930	0.2133	0.2705
144	0.1367	0.1625	0.1924	0.2126	0.2696
145	0.1362	0.1620	0.1917	0.2118	0.2687
146	0.1357	0.1614	0.1911	0.2111	0.2678
147	0.1353	0.1609	0.1904	0.2104	0.2669
148	0.1348	0.1603	0.1898	0.2097	0.2660
149	0.1344	0.1598	0.1892	0.2090	0.2652
150	0.1339	0.1593	0.1886	0.2083	0.2643

Tabel r untuk df = 151 - 200

df = (N-2)	Tingkat signifikansi untuk uji satu arah				
	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
	Tingkat signifikansi untuk uji dua arah				
	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
151	0.1335	0.1587	0.1879	0.2077	0.2635
152	0.1330	0.1582	0.1873	0.2070	0.2626
153	0.1326	0.1577	0.1867	0.2063	0.2618
154	0.1322	0.1572	0.1861	0.2057	0.2610
155	0.1318	0.1567	0.1855	0.2050	0.2602
156	0.1313	0.1562	0.1849	0.2044	0.2593
157	0.1309	0.1557	0.1844	0.2037	0.2585
158	0.1305	0.1552	0.1838	0.2031	0.2578
159	0.1301	0.1547	0.1832	0.2025	0.2570
160	0.1297	0.1543	0.1826	0.2019	0.2562
161	0.1293	0.1538	0.1821	0.2012	0.2554
162	0.1289	0.1533	0.1815	0.2006	0.2546
163	0.1285	0.1528	0.1810	0.2000	0.2539
164	0.1281	0.1524	0.1804	0.1994	0.2531
165	0.1277	0.1519	0.1799	0.1988	0.2524
166	0.1273	0.1515	0.1794	0.1982	0.2517
167	0.1270	0.1510	0.1788	0.1976	0.2509
168	0.1266	0.1506	0.1783	0.1971	0.2502
169	0.1262	0.1501	0.1778	0.1965	0.2495
170	0.1258	0.1497	0.1773	0.1959	0.2488
171	0.1255	0.1493	0.1768	0.1954	0.2481
172	0.1251	0.1488	0.1762	0.1948	0.2473
173	0.1247	0.1484	0.1757	0.1942	0.2467
174	0.1244	0.1480	0.1752	0.1937	0.2460
175	0.1240	0.1476	0.1747	0.1932	0.2453
176	0.1237	0.1471	0.1743	0.1926	0.2446
177	0.1233	0.1467	0.1738	0.1921	0.2439
178	0.1230	0.1463	0.1733	0.1915	0.2433
179	0.1226	0.1459	0.1728	0.1910	0.2426
180	0.1223	0.1455	0.1723	0.1905	0.2419
181	0.1220	0.1451	0.1719	0.1900	0.2413
182	0.1216	0.1447	0.1714	0.1895	0.2406
183	0.1213	0.1443	0.1709	0.1890	0.2400
184	0.1210	0.1439	0.1705	0.1884	0.2394
185	0.1207	0.1435	0.1700	0.1879	0.2387
186	0.1203	0.1432	0.1696	0.1874	0.2381
187	0.1200	0.1428	0.1691	0.1869	0.2375
188	0.1197	0.1424	0.1687	0.1865	0.2369
189	0.1194	0.1420	0.1682	0.1860	0.2363
190	0.1191	0.1417	0.1678	0.1855	0.2357
191	0.1188	0.1413	0.1674	0.1850	0.2351
192	0.1184	0.1409	0.1669	0.1845	0.2345
193	0.1181	0.1406	0.1665	0.1841	0.2339
194	0.1178	0.1402	0.1661	0.1836	0.2333
195	0.1175	0.1398	0.1657	0.1831	0.2327
196	0.1172	0.1395	0.1652	0.1827	0.2321
197	0.1169	0.1391	0.1648	0.1822	0.2315
198	0.1166	0.1388	0.1644	0.1818	0.2310
199	0.1164	0.1384	0.1640	0.1813	0.2304
200	0.1161	0.1381	0.1636	0.1809	0.2298

Lampiran 27 Soal (Uji Coba Soal)

Soal Materi Gelombang Bunyi Kelas XII MIPA MA NU 04 Boja

1. Andi berada di puncak sebuah gedung, ketika berada di puncak ia mendengar suara-suara orang yang berada di bawah gedung. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
2. Beni dan kawan-kawannya sedang bermain di tengah laut yang biasanya banyak dihuni oleh lumba-lumba. Salah satu lumba-lumba mengeluarkan bunyi pada 800 m di bawah permukaan laut. Apabila cepat rambat bunyi dalam air adalah 1600 m/s. Berapa waktu yang diperlukan supaya bunyi lumba-lumba dapat terdengar oleh Beni dan kawan-kawan di permukaan laut?
3. Terdapat dua gelombang suara dengan nilai panjang gelombang yang sama. Apabila cepat rambat gelombang bunyi pertama sama dengan empat kali cepat rambat gelombang bunyi kedua. Perbandingan frekuensi gelombang bunyi pertama dan kedua adalah....
4. Karnaval Ulang Tahun Kota Semarang menampilkan pertunjukan musik ritmis. Musik-musik yang dimainkan diantaranya adalah seruling dan klarinet. Seruling merupakan contoh dari pipa organa terbuka, sedangkan klarinet merupakan contoh dari pipa organa tertutup. Apabila seruling dan klarinet memiliki panjang yang sama, analisislah perbandingan frekuensi nada atas pertama antara seruling dan klarinet!
5. Perhatikan pernyataan berikut:
 - 1) Kedua ujungnya terbuka
 - 2) Terbuka pada salah satu ujungnya
 - 3) Perbandingan frekuensi $f_0; f_1; f_2 = 1:2:3$
 - 4) Perbandingan frekuensi $f_0; f_1; f_2 = 1:3:5$Manakah pernyataan yang sesuai dengan pipa organa tertutup? Jelaskan!
6. Dawai adalah tali yang diberi tegangan, ketika dipetik akan bergetar dengan nada atau frekuensi tertentu. Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
7. Pak Kamman seorang pedagang es krim keliling selalu membunyikan sirinnya saat berjualan. Sirine tersebut menghasilkan intensitas bunyi sebesar $10^{-4} W/m^2$. Tepat 5 m dari sumber bunyi terdapat titik X dan 500 m dari sumber bunyi terdapat titik Y. Analisislah perbandingan taraf intensitas bunyi di titik X dan Y!
8. Perhatikan pernyataan berikut:
 - 1) Semakin besar daya bunyi, semakin kuat intensitasnya
 - 2) Intensitas bunyi berbanding lurus dengan kuadrat jaraknya
 - 3) Intensitas bunyi berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya
 - 4) Intensitas bunyi memiliki satuan W/m^2Manakah pernyataan yang sesuai dengan intensitas bunyi? Jelaskan!
9. Seorang pilot terbang dengan menggunakan pesawat menuju sebuah menara. Pilot tersebut mendengar sirine menara dengan dengan frekuensi 2000 Hz. Apabila sirine yang dikeluarkan menara memiliki frekuensi 1700 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s. Hitunglah kecepatan pesawat terbang tersebut!
10. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut!
 - 1) Frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar bertambah jika sumber dan pendengar bergerak searah dengan pendengar di depan, dan kelajuan sumber lebih besar daripada kelajuan pendengar
 - 2) Frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar bertambah jika sumber diam dan pendengar mendekati sumber
 - 3) Frekuensi bunyi yang diterima pendengar, tetap jika pendengar diam dan sumber bunyi menauihi pendengar
 - 4) Frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar berkurang jika sumber bunyi dan pendengar diam tetapi medium bergerak relatif menuju pendengarManakah pernyataan yang benar tentang efek Doppler? Jelaskan!

Lampiran 28 Kisi-Kisi Soal (Uji Coba Soal)

KISI-KISI SOAL

Jenjang : SMA
Mata Pelajaran : Fisika
Kurikulum : 2013

Alokasi Waktu: 120 Menit
Jumlah Soal : 20 Soal
Penyusun : Feby Alfiana

No	Kompetensi Dasar	Kompetensi Inti	Indikator pencapaian	Materi Pokok	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Bentuk Tes	No. Soal
1	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi.	Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan	Peserta didik dapat menganalisis pernyataan yang tepat tentang syarat terjadi dan terdengarnya bunyi	Gelombang Bunyi Sub Materi: Bunyi dan cepat rambat bunyi	Memberikan penjelasan sederhana Sub Indikator: Memfokuskan pertanyaan	Uraian	1

2	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi.	Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	Peserta didik dapat menganalisis waktu yang diperlukan bunyi yang dikeluarkan lunge-lunge supaya dapat terdengar oleh pengamat.	Gelombang Bunyi Sub Materi: Bunyi dan cepat rambat bunyi	Menyusun strategi dan taktik Sub Indikator: Menentukan tindakan	Uraian	2
3	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang	Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya	Peserta didik dapat menganalisis perbandingan frekuensi gelombang bunyi	Gelombang Bunyi Sub Materi: Bunyi dan cepat rambat bunyi	Memberikan penjelasan sederhana Sub Indikator: Menganalisis argumen	Uraian	4

	gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi	tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	menggunakan hubungan cepat rambat bunyi dan panjang gelombang				
4	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi	Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingan tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan	Peserta didik dapat menganalisis perbandingan frekuensi pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup	Gelombang Bunyi Sub Materi: Pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup	Membangun keterampilan dasar Sub Indikator: Menyajikan dengan sumber	Uraian	6

		kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.					
5	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi	Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingan tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	Peserta didik dapat menganalisis dan memilih pernyataan yang tepat tentang pipa organa tertutup	Gelombang Bunyi Sub Materi: Pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup	Memberikan penjelasan sederhana Sub Indikator: Menunjukkan pertanyaan	Uraian	7
6	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip	Memahami, menerapkan, dan menganalisis	Peserta didik dapat	Gelombang Bunyi	Menyimpulkan	Uraian	10

	<p>gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.</p> <p>4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah</p>	<p>menjelaskan fenomena pada dawai</p>	<p>Sub Materi: Dawai</p>	<p>Sub Indikator: Mengidentifikasi dan mempertimbangkan hasil induksi</p>			
7	<p>3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.</p> <p>4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan</p>	<p>Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni,</p>	<p>Peserta didik dapat menganalisis dan memilih pernyataan yang tepat tentang intensitas bunyi</p>	<p>Gelombang Bunyi</p> <p>Sub Materi: Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi</p>	<p>Memberikan penjelasan sederhana</p> <p>Sub Indikator: Menfokuskan pertanyaan</p>	<p>Uraian</p>	14	

	<p>makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah</p>					
8	<p>3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.</p> <p>4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang</p>	<p>Peserta didik dapat menganalisis dan memilih pernyataan yang tepat tentang taraf intensitas bunyi</p>	<p>Gelombang Bunyi</p> <p>Sub Materi: Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi</p>	<p>Memberikan penjelasan sederhana</p> <p>Sub Indikator: Menfokuskan pertanyaan</p>	<p>Uraian</p>	17

		kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah					
9	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi	Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingn tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemamusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah	Peserta didik dapat menganalisis kecepatan suatu benda berdasarkan Efek Doppler	Gelombang Bunyi Sub Materi: Efek Doppler	Menyusun strategi dan taktik Sub Indikator: Menentukan tindakan	Uraian	18
10	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.	Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan	Peserta didik dapat menganalisis dan menulisi pernyataan yang	Gelombang Bunyi Sub Materi: Efek Doppler	Memberikan penjelasan sederhana Sub Indikator: Memfiskusikan pertanyaan	Uraian	19

	4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi	metakognitif berdasarkan rasa ingn tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemamusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah	tepat tentang Efek Doppler				
--	---	--	----------------------------	--	--	--	--

Lampiran 29 Penskoran dan Kunci Jawaban Soal (Uji Coba Soal)

PERSKORAN INSTRUMEN TES URAIAN

Nama Sekolah : MA NU 04 Boja
 Kelas/Semester : XI MIPA/Genap
 Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Gelombang Bunyi
 Instrumen Penilaian : Soal Tes Uraian

Soal Nomor 1

Andi berada di puncak sebuah gedung, ketika berada di puncak ia mendengar suara-suara orang yang berada di bawah gedung. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!

Rubrik Penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
1	Syarat terjadinya bunyi adalah dengan adanya benda yang bergetar.	3
	Cepat rambat bunyi memerlukan medium dan terdapat penerima yang berada dalam jangkauan sumber bunyi sesuai dengan persamaan $v = \frac{s}{t}$	3
	Sehingga dalam fenomena di atas, Andi dapat mendengar bunyi karena ada pita suara yang bergetar dari sumber bunyi dan ada medium berupa udara untuk merambatnya bunyi	4
Jumlah skor maksimum soal nomor 1		10

Soal Nomor 2

Beni dan kawan-kawannya sedang bermain di tengah laut yang biasanya banyak dihuni oleh lumba-lumba. Salah satu lumba-lumba mengeluarkan bunyi pada 800 m di bawah permukaan laut. Apabila cepat rambat bunyi dalam air adalah 1600 m/s. Berapa waktu yang diperlukan supaya bunyi lumba-lumba dapat terdengar oleh Beni dan kawan-kawan di permukaan laut?

Rubrik Penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
2	Diketahui: $s = h = 80 \text{ m}$ $v_{\text{bunyi dalam air}} = 1600 \text{ m/s}$	3
	Ditanya: waktu yang diperlukan bunyi lumba – lumba supaya terdengar oleh pengamat (t)	2
	Jawab: $v = \frac{s}{t}$	

	$t = \frac{v}{s}$ $t = \frac{1600}{800} = 2 \text{ s}$	5
Jumlah skor maksimum soal nomor 2		10

Soal Nomor 3

Terdapat dua gelombang suara dengan nilai panjang gelombang yang sama. Apabila cepat rambat gelombang bunyi pertama sama dengan empat kali cepat rambat gelombang bunyi kedua. Perbandingan frekuensi gelombang bunyi pertama dan kedua adalah....

Rubrik Penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
3	Diketahui: $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$ $v_1 = 4v_2$ Ditanya: $f_1 : f_2$	4
	Jawab: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{v_1}{\lambda}}{\frac{v_2}{\lambda}} = \frac{1}{\frac{1}{4}} = \frac{4}{1}$	1
		5
Jumlah skor maksimum soal nomor 3		10

Soal Nomor 4

Karnaval Ulang Tahun Kota Semarang menampilkan pertunjukan musik ritmis. Musik-musik yang dimainkan diantaranya adalah seruling dan klarinet. Seruling merupakan contoh dari pipa organa terbuka, sedangkan klarinet merupakan contoh dari pipa organa tertutup. Apabila seruling dan klarinet memiliki panjang yang sama, analisislah perbandingan frekuensi nada atas pertama antara seruling dan klarinet!

Rubrik Penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
4	➤ Seruling (Pipa organa terbuka): Nada atas 1 $l = \lambda$ $\lambda = l$ Sehingga $f_{\text{seruling}} = \frac{v}{l}$	4
	➤ Klarinet (Pipa organa tertutup): Nada atas 1 $l = \frac{3}{4}\lambda$ $\lambda = \frac{4}{3}l$	4

Sehingga $f_{klarinet} = \frac{3v}{4l}$ Maka $\frac{f_{seruling}}{f_{klarinet}} = \frac{\frac{v}{2l}}{\frac{3v}{4l}} = \frac{4}{3}$	2
Jumlah skor maksimum soal nomor 4	10

Soal Nomor 5

Perhatikan pernyataan berikut:

- 1) Kedua ujungnya terbuka
- 2) Terbuka pada salah satu ujungnya
- 3) Perbandingan frekuensi $f_0: f_1: f_2 = 1: 2: 3$
- 4) Perbandingan frekuensi $f_0: f_1: f_2 = 1: 3: 5$

Manakah pernyataan yang sesuai dengan pipa organa tertutup? Jelaskan!

Rubrik Penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
5	➤ Pipa organa tertutup merupakan pipa organa yang tertutup pada salah satu ujungnya.	3
	➤ Frekuensi pada pipa organa tertutup secara matematis dituliskan dengan $f_n = \frac{(2n + 1)v}{4l}$	3
	➤ Maka perbandingan frekuensinya adalah $f_0: f_1: f_2 = 1: 3: 5$	3
	Sehingga pernyataan yang sesuai adalah 2 dan 4	1
Jumlah skor maksimum soal nomor 5		10

Soal Nomor 6

Dawai adalah tali yang diberi tegangan, ketika dipetik akan bergetar dengan nada atau frekuensi tertentu. Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!

Rubrik Penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
6	Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan persamaan	2
	$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = (n + 1) \frac{v}{2l}$	5

	Berdasarkan persamaan tersebut, frekuensi berbanding lurus dengan n (jumlah gelombang yang terbentuk). Sehingga frekuensi sangat berpengaruh terhadap banyaknya gelombang yang dihasilkan.	3
Jumlah skor maksimum soal nomor 6		10

Nomor Soal 7

Pak Karman seorang pedagang es krim keliling selalu membunyikan sirinnya saat berjualan. Sirine tersebut menghasilkan intensitas bunyi sebesar $10^{-4} W/m^2$. Tepat 5 m dari sumber bunyi terdapat titik X dan 500 m dari sumber bunyi terdapat titik Y. Analisislah perbandingan taraf intensitas bunyi di titik X dan Y!

Rubrik penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
7	<p>Diketahui:</p> $I_X = 10^{-4} W/m^2$ $r_X = 5 \text{ m}$ $r_Y = 500 \text{ m}$ $I_0 = 10^{-12} W/m^2$ <p>Ditanya:</p> $\frac{TI_X}{TI_Y}$ <p>Jawab:</p> <p>Mencari I_Y terlebih dahulu menggunakan persamaan</p> $I_X r_X^2 = I_Y r_Y^2$ $10^{-4} \cdot 5^2 = I_Y \cdot (500)^2$ $10^{-4} \cdot 25 = I_Y \cdot 25 \cdot 10^4$ $I_Y = \frac{25 \cdot 10^{-4}}{25 \cdot 10^4}$ $I_Y = 10^{-8} W/m^2$ <p>Taraf intensitas di titik X</p> $TI_X = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $TI_X = 10 \log \frac{10^{-4}}{10^{-12}}$ $TI_X = 10 \log 10^8$ $TI_X = 10.8$ $TI_X = 80 \text{ dB}$	<p>2</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>2</p>

Taraf intensitas di titik Y $TI_Y = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $TI_X = 10 \log \frac{10^{-8}}{10^{-12}}$ $TI_X = 10 \log 10^4$ $TI_X = 10.4$ $TI_X = 40 \text{ dB}$	2
Maka $\frac{TI_X}{TI_Y} = \frac{80}{40} = \frac{2}{1}$	1
Jumlah skor maksimum soal nomor 7	10

Nomor Soal 8

Perhatikan pernyataan berikut:

- 1) Semakin besar daya bunyi, semakin kuat intensitasnya
- 2) Intensitas bunyi berbanding lurus dengan kuadrat jaraknya
- 3) Intensitas bunyi berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya
- 4) Intensitas bunyi memiliki satuan W/m^2

Manakah pernyataan yang sesuai dengan intensitas bunyi? Jelaskan!

Rubrik penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
8	Intensitas bunyi merupakan energi yang diterima pada suatu titik untuk ukuran luas tertentu.	2
	Secara matematis intensitas bunyi yang dirumuskan: $I = \frac{P}{4\pi r^2}$	3
	Berdasarkan persamaan tersebut, intensitas bunyi berbanding lurus dengan daya bunyi dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya.	2
	Dengan kata lain, semakin besar daya bunyi semakin kuat intensitasnya, sebaliknya semakin jauh pendengar dengan sumber bunyi maka intensitasnya semakin kecil.	2
	Sehingga, pernyataan yang tepat adalah 1 dan 3.	1
Jumlah skor maksimum soal nomor 8		10

Nomor Soal 9

Seorang pilot terbang dengan menggunakan pesawat menuju sebuah menara. Pilot tersebut mendengar sirine menara dengan dengan frekuensi 2000 Hz. Apabila sirine yang dikeluarkan menara memiliki frekuensi 1700 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, Hitunglah kecepatan pesawat terbang tersebut!

Rubrik penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
9	Diketahui: $f_p = 2000 \text{ Hz}$ $f_s = 1700 \text{ Hz}$ $v = 340 \text{ m/s}$	2
	Ditanya: v_p	1
	Jawab: <i>Pengamat mendekat</i> <i>Sumber diam</i> Sehingga $f_p = \frac{v + v_p}{v} f_s$ $2000 = \frac{340 + v_p}{340} 1700$ $2000 \cdot 340 = (340 + v_p) \cdot 1700$ $680000 = 578000 + 1700v_p$ $102000 = 1700v_p$ $v_p = \frac{102000}{1700}$ $v_p = 60 \text{ m/s}$ $v_p = 216 \text{ km/jam}$	3
		6
Jumlah skor maksimum soal nomor 9		10

Nomor Soal 10

Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut!

- 1) Frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar bertambah jika sumber dan pendengar bergerak searah dengan pendengar di depan, dan kelajuan sumber lebih besar daripada kelajuan pendengar
- 2) Frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar bertambah jika sumber diam dan pendengar mendekati sumber
- 3) Frekuensi bunyi yang diterima pendengar, tetap jika pendengar diam dan sumber bunyi menjauhi pendengar
- 4) Frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar berkurang jika sumber bunyi dan pendengar diam tetapi medium bergerak relatif menuju pendengar

Manakah pernyataan yang benar tentang efek Doppler? Jelaskan!

Rubrik penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
10	<p>➤ Pernyataan 1 $v_p < v_s$ dan searah Sehingga: $f_p = \frac{v - v_p}{v - v_s} f_s \rightarrow f_p > f_s$</p> <p>➤ Pernyataan 2 $v_s = 0$ dan v_p mendekat Sehingga: $f_p = \frac{v + v_p}{v} f_s \rightarrow f_p > f_s$</p> <p>➤ Pernyataan 3 $v_p = 0$ dan v_s menjauh Sehingga: $f_p = \frac{v}{v + v_s} f_s \rightarrow f_p < f_s$</p> <p>➤ Pernyataan 4 v_p dan $v_p = 0$ v_{medium} mendekat Sehingga: $f_p = \left(\frac{(v \pm v_{medium}) \pm v_p}{(v \pm v_{medium}) \pm v_s} \right) f_s$ $f_p = \left(\frac{(v \pm v_{medium})}{(v \pm v_{medium})} \right) f_s$ Maka $f_p = f_s$</p> <p>Berdasarkan pernyataan-pernyataan di atas, pernyataan yang benar adalah pernyataan 1 dan 2</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
Jumlah skor maksimum soal nomor 10		10

Lampiran 30 Lembar Jawaban Soal (Uji Coba Soal) Peserta Didik

(71)

Soal Materi Gelombang Bunyi Kelas XII MIPA MA NU 04 Boja

1. Andi berada di puncak sebuah gedung, ketika berada di puncak ia mendengar suara-suara orang yang berada di bawah gedung. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
2. Beni dan kawan-kawannya sedang bermain di tengah laut yang biasanya banyak dihuni oleh lumba-lumba. Salah satu lumba-lumba mengeluarkan bunyi pada 800 m di bawah permukaan laut. Apabila cepat rambat bunyi dalam air adalah 1600 m/s. Berapa waktu yang diperlukan supaya bunyi lumba-lumba dapat terdengar oleh Beni dan kawan-kawan di permukaan laut?
3. Terdapat dua gelombang suara dengan nilai panjang gelombang yang sama. Apabila cepat rambat gelombang bunyi pertama sama dengan empat kali cepat rambat gelombang bunyi kedua. Perbandingan frekuensi gelombang bunyi pertama dan kedua adalah....
4. Karnaval Ulang Tahun Kota Semarang menampilkan pertunjukan musik ritmis. Musik-musik yang dimainkan diantaranya adalah seruling dan klarinet. Seruling merupakan contoh dari pipa organa terbuka, sedangkan klarinet merupakan contoh dari pipa organa tertutup. Apabila seruling dan klarinet memiliki panjang yang sama, analisislah perbandingan frekuensi nada atas pertama antara seruling dan klarinet!
5. Perhatikan pernyataan berikut:
 - 1) Kedua ujungnya terbuka
 - 2) Terbuka pada salah satu ujungnya
 - 3) Perbandingan frekuensi $f_1; f_2; f_3 = 1: 2: 3$
 - 4) Perbandingan frekuensi $f_0; f_1; f_2 = 1: 3: 5$Manakah pernyataan yang sesuai dengan pipa organa tertutup? Jelaskan!
6. Dawai adalah tali yang diberi tegangan, ketika dipetik akan bergetar dengan nada atau frekuensi tertentu. Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
7. Pak Karman seorang pedagang es krim keliling selalu membunyikan sirinya saat berjualan. Sirine tersebut menghasilkan intensitas bunyi sebesar $10^{-1} W/m^2$. Tepat 5 m dari sumber bunyi terdapat titik X dan 500 m dari sumber bunyi terdapat titik Y. Analisislah perbandingan taraf intensitas bunyi di titik X dan Y!
8. Perhatikan pernyataan berikut:
 - 1) Semakin besar daya bunyi, semakin kuat intensitasnya
 - 2) Intensitas bunyi berbanding lurus dengan kuadrat jaraknya
 - 3) Intensitas bunyi berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya
 - 4) Intensitas bunyi memiliki satuan W/m^2Manakah pernyataan yang sesuai dengan intensitas bunyi? Jelaskan!
9. Seorang pilot terbang dengan menggunakan pesawat menuju sebuah menara. Pilot tersebut mendengar sirine menara dengan frekuensi 2000 Hz. Apabila sirine yang dikeluarkan menara memiliki frekuensi 1700 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, Hitunglah kecepatan pesawat terbang tersebut!
10. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut!
 - 1) Frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar bertambah jika sumber dan pendengar bergerak searah dengan pendengar di depan, dan kelajuan sumber lebih besar daripada kelajuan pendengar
 - 2) Frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar bertambah jika sumber diam dan pendengar mendekati sumber
 - 3) Frekuensi bunyi yang diterima pendengar, tetap jika pendengar diam dan sumber bunyi menjauhi pendengar
 - 4) Frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar berkurang jika sumber bunyi dan pendengar diam tetapi medium bergerak relatif menuju pendengarManakah pernyataan yang benar tentang efek Doppler? Jelaskan!

LEMBAR JAWABAN

Nama : Yusric Ajid Erlanea
 Kelas : XII IPA
 Absen :

1. Syarat terjadinya bunyi adalah dengan adanya benda yg bergetar
 - Cepat rambat bunyi memerlukan medium dan terdapat penerima yang berbeda dalam jangkauan sumber bunyi sesuai dengan persamaan $v = \frac{s}{t}$
 - Sehingga dalam fenomena di atas, anak dapat mendengar bunyi karena ada pipa organa yang bergetar dari sumber bunyi, dan ada medium berupa udara untuk merambatkannya bunyi

2. dik : $s = h = 80m$
 V bunyi dalam air : 1600 m/s

$$\text{dit} : v = \frac{s}{t}$$

$$t = \frac{v}{s}$$

$$t = \frac{1600}{2} = 3s$$

3. dik : $f_1 = f_2 = f$
 $v_1 = \lambda v_2$

$$\text{dit} : f_1 = f_2$$

$$f_1 = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$$

4. = Seruling (pipa organa tertutup)

$$l = \lambda$$

$$l = \lambda$$

sehingga f seruling = v

= Klarinet C (pipa organa terbuka)

$$l = \frac{3}{2} \lambda$$

$$\lambda = \frac{2}{3} l$$

sehingga f klarinet = $\frac{3v}{2l}$

$$\frac{f \text{ seruling}}{f \text{ klarinet}} = \frac{v}{\frac{3v}{2l}} = \frac{2}{3}$$

5. = pipa organa di tertutup merupakan pipa organa yg tertutup pada salah satu ujungnya

= Frekuensi pada pipa organa tertutup secara matematis di luskan dengan $f_n = \frac{(2n-1)v}{4l}$

= maka perbandingan ~~frekuensinya~~ frekuensinya adalah

$$f_1 : f_2 = 1 : 3 = 5$$

yang sesuai adalah 2 dan 4

6. Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yg di hasilkan. Hal tersebut sesuai dengan persamaan

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

= berdasarkan persamaan tersebut, frekuensi berbanding lurus dengan n (jumlah gelombang yang terbentuk).

e. Intensitas bunyi merupakan energi yang di terima pada suatu titik untuk satuan luas tertentu

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

Berdasarkan persamaan tersebut, intensitas bunyi berbanding lurus dengan daya bunyi dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya.

Dengan kata lain, semakin besar daya bunyi, semakin kuat intensitasnya, sebaliknya semakin jauh

10. $v_p < v_s$ dan searah

$$f_p = \frac{v - v_p}{v - v_s} f_s \rightarrow f_p > f_s$$

$$f_p = \frac{v + v_p}{v} f_s \rightarrow f_p > f_s$$

Lampiran 31 Soal *Pre-Test* dan *Post-Test*

Soal *Pre-Test* Materi Gelombang Bunyi Kelas XI MIPA MA NU 04 Al-Ma'arif Boja

1. Andi berada di puncak sebuah gedung, ketika berada di puncak ia mendengar suara-suara orang yang berada di bawah gedung. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
2. Beni dan kawan-kawannya sedang bermain di tengah laut yang biasanya banyak dihuni oleh lumba-lumba. Salah satu lumba-lumba mengeluarkan bunyi pada 800 m di bawah permukaan laut. Apabila cepat rambat bunyi dalam air adalah 1600 m/s. Berapa waktu yang diperlukan supaya bunyi lumba-lumba dapat terdengar oleh Beni dan kawan-kawan di permukaan laut?
3. Karnaval Ulang Tahun Kota Semarang menampilkan pertunjukan musik ritmis. Musik-musik yang dimainkan diantaranya adalah seruling dan klarinet. Seruling merupakan contoh dari pipa organa terbuka, sedangkan klarinet merupakan contoh dari pipa organa tertutup. Apabila seruling dan klarinet memiliki panjang yang sama, analisislah perbandingan frekuensi nada atas pertama antara seruling dan klarinet!
4. Perhatikan pernyataan berikut:
 - 1) Kedua ujungnya terbuka
 - 2) Terbuka pada salah satu ujungnya
 - 3) Perbandingan frekuensi $f_0: f_1: f_2 = 1: 2: 3$
 - 4) Perbandingan frekuensi $f_0: f_1: f_2 = 1: 3: 5$Manakah pernyataan yang sesuai dengan pipa organa tertutup? Jelaskan!
5. Dawai adalah tali yang diberi tegangan, ketika dipetik akan bergetar dengan nada atau frekuensi tertentu. Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
6. Pak Karman seorang pedagang es krim keliling selalu membunyikan sirinnya saat berjualan. Sirine tersebut menghasilkan intensitas bunyi sebesar $10^{-4} W/m^2$. Tepat 5 m dari sumber bunyi terdapat titik X dan 500 m dari sumber bunyi terdapat titik Y. Analisislah perbandingan taraf intensitas bunyi di titik X dan Y!
7. Seorang pilot terbang dengan menggunakan pesawat menuju sebuah menara. Pilot tersebut mendengar sirine menara dengan dengan frekuensi 2000 Hz. Apabila sirine yang dikeluarkan menara memiliki frekuensi 1700 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, Hitunglah kecepatan pesawat terbang tersebut!

Soal Pre-Test Materi Gelombang Bunyi Kelas XI MIPA MA NU 04 Al-Ma'arif Boja

1. Andi berada di puncak sebuah gedung, ketika berada di puncak ia mendengar suara-suara orang yang berada di bawah gedung. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
2. Beni dan kawan-kawannya sedang bermain di tengah laut yang biasanya banyak dihuni oleh lumba-lumba. Salah satu lumba-lumba mengeluarkan bunyi pada 800 m di bawah permukaan laut. Apabila cepat rambat bunyi dalam air adalah 1600 m/s. Berapa waktu yang diperlukan supaya bunyi lumba-lumba dapat terdengar oleh Beni dan kawan-kawan di permukaan laut?
3. Karnaval Ulang Tahun Kota Semarang menampilkan pertunjukan musik ritmis. Musik-musik yang dimainkan diantaranya adalah seruling dan klarinet. Seruling merupakan contoh dari pipa organa terbuka, sedangkan klarinet merupakan contoh dari pipa organa tertutup. Apabila seruling dan klarinet memiliki panjang yang sama, analisislah perbandingan frekuensi nada atas pertama antara seruling dan klarinet!
4. Perhatikan pernyataan berikut:
 - 1) Kedua ujungnya terbuka
 - 2) Terbuka pada salah satu ujungnya
 - 3) Perbandingan frekuensi $f_0: f_1: f_2 = 1: 2: 3$
 - 4) Perbandingan frekuensi $f_0: f_1: f_2 = 1: 3: 5$Manakah pernyataan yang sesuai dengan pipa organa tertutup? Jelaskan!
5. Dawai adalah tali yang diberi tegangan, ketika dipetik akan bergetar dengan nada atau frekuensi tertentu. Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
6. Pak Karman seorang pedagang es krim keliling selalu membunyikan sirinnya saat berjualan. Sirine tersebut menghasilkan intensitas bunyi sebesar $10^{-4} W/m^2$. Tepat 5 m dari sumber bunyi terdapat titik X dan 500 m dari sumber bunyi terdapat titik Y. Analisislah perbandingan taraf intensitas bunyi di titik X dan Y!
7. Seorang pilot terbang dengan menggunakan pesawat menuju sebuah menara. Pilot tersebut mendengar sirine menara dengan dengan frekuensi 2000 Hz. Apabila sirine yang dikeluarkan menara memiliki frekuensi 1700 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, Hitunglah kecepatan pesawat terbang tersebut!

Lampiran 32 Kisi-Kisi *Pre-Test* dan *Post-Test*

KISI-KISI SOAL

Jenjang : SMA

Alokasi Waktu: 120 Menit

Mata Pelajaran : Fisika

Jumlah Soal : 20 Soal

Kurikulum : 2013

Penyusun : Feby Alfiana

No	Kompetensi Dasar	Kompetensi Inti	Indikator pencapaian	Meteri Pokok	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Beentuk Tes	No. Soal
1	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misahnya sonar-kr, dan kisi difraksi.	Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan	Peserta didik dapat menganalisis penyalaan yang tepat tentang syarat terjadi dan terdengarnya bunyi	Gelombang Bunyi Sub Materi: Bunyi dan cepat rambat bunyi	Menubuhkan penjelasan sedeternma Sub Indikator: Memfokuskan pertanyaan	Uraian	1

2	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misahnya sonometer, dan kisi difraksi.	minatnya untuk memecahkan masalah. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	Peserta didik dapat menganalisis waktu yang diperlukan bunyi yang dilewatkan lumba-lumba supaya dapat terdengar oleh pengamat.	Gelombang Bunyi Sub Materi: Bunyi dan cepat rambat bunyi	Mengusun strategi dan taktik Sub Indikator: Menentukan tindakan	Uraian	2
3	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang	Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya	Peserta didik dapat menganalisis perbandingan frekuensi pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup	Gelombang Bunyi Sub Materi: Pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup	Membangun keterampilan dasar Sub Indikator: Menyesuaikan dengan sumber	Uraian	6

	<p>gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p>	<p>dan pipa organa tertutup</p>				
4	<p>3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan</p>	<p>Peserta didik dapat menganalisis dan memilih pernyataan yang tepat tentang pipa organa tertutup</p>	<p>Gelombang Bunyi Sub Materi: Pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup</p>	<p>Menubuhkan penjelasan sederhana Sub Indikator: Memfokuskam pertanyaan</p>	<p>Uraian</p>	7

		<p>kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p>					
5	<p>3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi. 4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemasyarakatan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p>	<p>Peserta didik dapat menjelaskan fenomena pada dawai</p>	<p>Gelombang Bunyi Sub Materi: Dawai</p>	<p>Menyimpulkan Sub Indikator: Menginduki dan mempertingbangkan hasil induksi</p>	<p>Uraian</p>	10
6	<p>3.10 Menerapkan konsep dan prinsip</p>	<p>Memahami, menerapkan, dan menganalisis</p>	<p>Peserta didik dapat</p>	<p>Gelombang Bunyi</p>	<p>Menubuhkan penjelasan sederhana</p>	<p>Uraian</p>	14

	<p>gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.</p> <p>4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisiknya misalanya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemamusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah</p>	<p>menganalisis dan memilih pernyataan yang tepat tentang intensitas bunyi</p>	<p>Sub Materi: Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi</p>	<p>Sub Indikator: Memfokuskan pertanyaan</p>			
7	<p>3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.</p> <p>4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan</p>	<p>Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemamusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah</p>	<p>Peserta didik dapat menganalisis kecepatan suatu benda berdasarkan Efek Doppler</p>	<p>Gelombang Bunyi</p> <p>Sub Materi: Efek Doppler</p>	<p>Menyusun strategi dan teknik</p> <p>Sub Indikator: Menentukan tindakan</p>	Uraian	18	

	<p>makna fisiknya misalanya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>budaya, dan humaniora dengan wawasan kemamusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah</p>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

Lampiran 33 Penskoran dan Kunci Jawaban *Pre-Test* dan *Post-Test*

Soal Nomor 1

Andi berada di puncak sebuah gedung, ketika berada di puncak ia mendengar suara-suara orang yang berada di bawah gedung. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!

Rubrik Penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
1	Syarat terjadinya bunyi adalah dengan adanya benda yang bergetar.	3
	Cepat rambat bunyi memerlukan medium dan terdapat penerima yang berada dalam jangkauan sumber bunyi sesuai dengan persamaan $v = \frac{s}{t}$.	3
	Sehingga dalam fenomena di atas, Andi dapat mendengar bunyi karena ada pita suara yang bergetar dari sumber bunyi dan ada medium berupa udara untuk merambatnya bunyi	4
Jumlah skor maksimum soal nomor 1		10

Soal Nomor 2

Beni dan kawan-kawannya sedang bermain di tengah laut yang biasanya banyak dihuni oleh lumba-lumba. Salah satu lumba-lumba mengeluarkan bunyi pada 800 m di bawah permukaan laut. Apabila cepat rambat bunyi dalam air adalah 1600 m/s. Berapa waktu yang diperlukan supaya bunyi lumba-lumba dapat terdengar oleh Beni dan kawan-kawan di permukaan laut?

Rubrik Penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
2	Diketahui: $s = h = 800 \text{ m}$ $v_{\text{bunyi dalam air}} = 1600 \text{ m/s}$	3
	Ditanya: waktu yang diperlukan bunyi lumba – lumba supaya terdengar oleh pengamat (t)	2
	Jawab: $v = \frac{s}{t}$ $t = \frac{s}{v}$ $t = \frac{800}{1600} = 0,5 \text{ s}$	5
Jumlah skor maksimum soal nomor 2		10

Soal Nomor 3

Karnaval Ulang Tahun Kota Semarang menampilkan pertunjukan musik ritmis. Musik-musik yang dimainkan diantaranya adalah seruling dan klarinet. Seruling merupakan contoh dari pipa organa terbuka, sedangkan klarinet merupakan contoh dari pipa organa tertutup. Apabila seruling dan klarinet memiliki panjang yang sama, analisislah perbandingan frekuensi nada atas pertama antara seruling dan klarinet!

Rubrik Penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
3	➤ Seruling (Pipa organa terbuka): Nada atas 1 $l = \lambda$ $\lambda = l$ Schingga $f_{\text{seruling}} = \frac{v}{l}$	4
	➤ Klarinet (Pipa organa tertutup): Nada atas 1 $l = \frac{3}{4}\lambda$ $\lambda = \frac{4}{3}l$ Schingga $f_{\text{klarinet}} = \frac{3v}{4l}$ Maka $\frac{f_{\text{seruling}}}{f_{\text{klarinet}}} = \frac{\frac{v}{l}}{\frac{3v}{4l}} = \frac{4}{3}$	4
Jumlah skor maksimum soal nomor 3		10

Soal Nomor 4

Perhatikan pernyataan berikut:

- 1) Kedua ujungnya terbuka
- 2) Terbuka pada salah satu ujungnya
- 3) Perbandingan frekuensi $f_0: f_1: f_2 = 1: 2: 3$
- 4) Perbandingan frekuensi $f_0: f_1: f_2 = 1: 3: 5$

Manakah pernyataan yang sesuai dengan pipa organa tertutup? Jelaskan!

Rubrik Penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
4	➤ Pipa organa tertutup merupakan pipa organa yang tertutup pada salah satu ujungnya.	3
	➤ Frekuensi pada pipa organa tertutup secara matematis dituliskan dengan $f_n = \frac{(2n + 1)v}{4l}$	3
	➤ Maka perbandingan frekuensinya adalah $f_0: f_1: f_2 = 1: 3: 5$	3

	Sehingga pernyataan yang sesuai adalah 2 dan 4	1
Jumlah skor maksimum soal nomor 4		10

Soal Nomor 5

Dawai adalah tali yang diberi tegangan, ketika dipetik akan bergetar dengan nada atau frekuensi tertentu. Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!

No	Kunci Jawaban	Skor
5	Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan persamaan	2
	$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = (n + 1) \frac{v}{2l}$	5
	Berdasarkan persamaan tersebut, frekuensi berbanding lurus dengan n (jumlah gelombang yang terbentuk). Sehingga frekuensi sangat berpengaruh terhadap banyaknya gelombang yang dihasilkan.	3
Jumlah skor maksimum soal nomor 5		10

Nomor Soal 6

Pak Karman seorang pedagang es krim keliling selalu membunyikan sirinnya saat berjualan. Sirine tersebut menghasilkan intensitas bunyi sebesar $10^{-4}W/m^2$. Tepat 5 m dari sumber bunyi terdapat titik X dan 500 m dari sumber bunyi terdapat titik Y. Analisislah perbandingan taraf intensitas bunyi di titik X dan Y!

Rubrik penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
6	Diketahui: $I_x = 10^{-4}W/m^2$ $r_x = 5 m$ $r_y = 500 m$ $I_0 = 10^{-12}W/m^2$	2
	Ditanya: $\frac{TI_x}{TI_y}$ Jawab: Mencari I_y terlebih dahulu menggunakan persamaan	1

	$I_X r_X^2 = I_Y r_Y^2$ $10^{-4} \cdot 5^2 = I_Y \cdot (500)^2$ $10^{-4} \cdot 25 = I_Y \cdot 25 \cdot 10^4$ $\frac{25 \cdot 10^{-4}}{25 \cdot 10^4}$ $I_Y = \frac{25 \cdot 10^{-4}}{25 \cdot 10^4}$ $I_Y = 10^{-8} \text{ W/m}^2$	2
	<p>Taraf intensitas di titik X</p> $TI_X = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $TI_X = 10 \log \frac{10^{-4}}{10^{-12}}$ $TI_X = 10 \log 10^8$ $TI_X = 10 \cdot 8$ $TI_X = 80 \text{ dB}$	2
	<p>Taraf intensitas di titik Y</p> $TI_Y = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $TI_Y = 10 \log \frac{10^{-8}}{10^{-12}}$ $TI_Y = 10 \log 10^4$ $TI_Y = 10 \cdot 4$ $TI_Y = 40 \text{ dB}$	2
	<p>Maka</p> $\frac{TI_X}{TI_Y} = \frac{80}{40} = \frac{2}{1}$	1
Jumlah skor maksimum soal nomor 6		10

Nomor Soal 7

Seorang pilot terbang dengan menggunakan pesawat menuju sebuah menara. Pilot tersebut mendengar sirine menara dengan dengan frekuensi 2000 Hz. Apabila sirine yang dikeluarkan menara memiliki frekuensi 1700 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, Hitunglah kecepatan pesawat terbang tersebut!

Rubrik penilaian

No	Kunci Jawaban	Skor
7	<p>Diketahui:</p> $f_p = 2000 \text{ Hz}$ $f_s = 1700 \text{ Hz}$ $v = 340 \text{ m/s}$	2
	Ditanya:	1

v_p	
<p>Jawab: <i>Pengamat mendekat</i> <i>Sumber diam</i> Sehingga</p> $f_p = \frac{v + v_p}{v} f_s$ $2000 = \frac{340 + v_p}{340} 1700$ $2000 \cdot 340 = (340 + v_p) \cdot 1700$ $680000 = 578000 + 1700v_p$ $102000 = 1700v_p$ $v_p = \frac{102000}{1700}$ $v_p = 60 \text{ m/s}$ $v_p = 216 \text{ km/jam}$	3
	6
Jumlah skor maksimum soal nomor 7	10

Lampiran 34 Lembar Jawaban *Pre-Test* Peserta Didik

25

Soal *Pre-Test* Materi Gelombang Bunyi Kelas XI MIPA MA NU 04 Al-Ma'arif Boja

1. Andi berada di puncak sebuah gedung, ketika berada di puncak ia mendengar suara-suara orang yang berada di bawah gedung. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
2. Beni dan kawan-kawannya sedang bermain di tengah laut yang biasanya banyak dihuni oleh lumba-lumba. Salah satu lumba-lumba mengeluarkan bunyi pada 800 m di bawah permukaan laut. Apabila cepat rambat bunyi dalam air adalah 1600 m/s. Berapa waktu yang diperlukan supaya bunyi lumba-lumba dapat terdengar oleh Beni dan kawan-kawan di permukaan laut?
3. Karnaval Ulang Tahun Kota Semarang menampilkan pertunjukan musik ritmis. Musik-musik yang dimainkan diantaranya adalah seruling dan klarinet. Seruling merupakan contoh dari pipa organa terbuka, sedangkan klarinet merupakan contoh dari pipa organa tertutup. Apabila seruling dan klarinet memiliki panjang yang sama, analisislah perbandingan frekuensi nada atas pertama antara seruling dan klarinet!
4. Perhatikan pernyataan berikut:
 - 1) Kedua ujungnya terbuka
 - 2) Terbuka pada salah satu ujungnya
 - 3) Perbandingan frekuensi $f_0; f_1; f_2 = 1:2:3$
 - 4) Perbandingan frekuensi $f_0; f_1; f_2 = 1:3:5$Manakah pernyataan yang sesuai dengan pipa organa tertutup? Jelaskan!
5. Dawai adalah tali yang diberi tegangan, ketika dipetik akan bergetar dengan nada atau frekuensi tertentu. Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
6. Pak Karman seorang pedagang es krim keliling selalu membunyikan sirinnya saat berjualan. Sirine tersebut menghasilkan intensitas bunyi sebesar $10^{-4} W/m^2$. Tepat 5 m dari sumber bunyi terdapat titik X dan 500 m dari sumber bunyi terdapat titik Y. Analisislah perbandingan taraf intensitas bunyi di titik X dan Y!
7. Seorang pilot terbang dengan menggunakan pesawat menuju sebuah menara. Pilot tersebut mendengar sirine menara dengan frekuensi 2000 Hz. Apabila sirine yang dikeluarkan menara memiliki frekuensi 1700 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s. Hitunglah kecepatan pesawat terbang tersebut!

25

LEMBAR JAWABAN

Nama : Ahmad Saputra
Kelas : XI IPA
Absen : 01

1. Fenomena suara-suara dibawah gedung dapat terdengar oleh orang di atas gedung disebabkan oleh beberapa hal btk.

- Syarat terdenginya bunyi adalah dengan adanya benda yg bergetar
- cepat rambat bunyi memerlukan medium dan terdapat pemertama yang beraksi dalam jangka waktu sumber bunyi se suai dengan persamaan $v = \frac{s}{t}$
- Sehingga fenomena di atas, Andi dapat mendengar buny karena pada pipa suara bergetar dari sumber bunyi dan aksi medium berupa udara yg memantulkannya bunyi

2. Dik: $s = h = 80m$
"bunyi dalam air: $1600 m/s$

Ditanya
waktu diperlihatkan bunyi lumba lumba cupanya terdengar dari pengamat (t)

jawab:

$$v = \frac{s}{t}$$

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{1600}{800} = 2s$$

3. - kelatimet = $\frac{3v}{4f}$
- seruling = $\frac{v}{2}$
- Fstet bng.

4. Dik: $f = \frac{(2n+1)v}{4L}$

5. Dik: $f_n = \frac{v}{\lambda_n} = (n+1) \frac{v}{2L}$

6. Dik: $\lambda = 10^{-4} m/s^2$

7. Dik: $f_p = 2000 Hz$
 $f_s = 1700 Hz$
 $v = 340 m/s$

Lampiran 35 Lembar Jawaban *Post-Test* Peserta Didik

28

Soal *Post-Test* Materi Gelombang Bunyi Kelas XI MIPA MA NU 04 Al-Ma'arif Boja

1. Andi berada di puncak sebuah gedung, ketika berada di puncak ia mendengar suara-suara orang yang berada di bawah gedung. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
2. Beni dan kawan-kawannya sedang bermain di tengah laut yang biasanya banyak dihuni oleh lumba-lumba. Salah satu lumba-lumba mengeluarkan bunyi pada 800 m di bawah permukaan laut. Apabila cepat rambat bunyi dalam air adalah 1600 m/s. Berapa waktu yang diperlukan supaya lumba-lumba dapat terdengar oleh Beni dan kawan-kawan di permukaan laut?
3. Karnaval Ulang Tahun Kota Semarang menampilkan pertunjukan musik ritmis. Musik-musik yang dimainkan diantaranya adalah seruling dan klarinet. Seruling merupakan contoh dari pipa organa terbuka, sedangkan klarinet merupakan contoh dari pipa organa tertutup. Apabila seruling dan klarinet memiliki panjang yang sama, analisislah perbandingan frekuensi nada atas pertama antara seruling dan klarinet!
4. Perhatikan pernyataan berikut:
 - 1) Kedua ujungnya terbuka
 - 2) Terbuka pada salah satu ujungnya
 - 3) Perbandingan frekuensi $f_0: f_1: f_2 = 1: 2: 3$
 - 4) Perbandingan frekuensi $f_0: f_1: f_2 = 1: 3: 5$Manakah pernyataan yang sesuai dengan pipa organa tertutup? Jelaskan!
5. Dawai adalah tali yang diberi tegangan, ketika dipetik akan bergetar dengan nada atau frekuensi tertentu. Nada yang terbentuk bergantung pada jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai. Jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai juga akan mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan. Jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!
6. Pak Karman seorang pedagang es krim keliling selalu membunyikan sirinnya saat berjualan. Sirine tersebut menghasilkan intensitas bunyi sebesar $10^{-4} W/m^2$. Tepat 5 m dari sumber bunyi terdapat titik X dan 500 m dari sumber bunyi terdapat titik Y. Analisislah perbandingan taraf intensitas bunyi di titik X dan Y!
7. Seorang pilot terbang dengan menggunakan pesawat menuju sebuah menara. Pilot tersebut mendengar sirine menara dengan frekuensi 2000 Hz. Apabila sirine yang dikeluarkan menara memiliki frekuensi 1700 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s. Hitunglah kecepatan pesawat terbang tersebut!

28

LEMBAR JAWABAN

Nama : MUHAMAD REZZA AKBAR
Kelas : XI MIPA
Absen :

1. Fenomena suara-suara dibawah Gedung dapat terdengar oleh orang diatas Gedung disebabkan oleh beberapa hal berikut:
- > Syarat terjadinya bunyi ~~adalah~~ ~~benda yang~~ adalah dengan adanya benda yang bergetor
 - > Cepat rambat bunyi memerlukan medium dan terdapat Penerima yang berada dalam jangkauan sumber bunyi sesuai dengan persamaan $v = \frac{f}{\lambda}$
 - > Sehingga dalam Fenomena diatas, Andi dapat mendengar bunyi karena ada pita suara yang bergetor dari sumber bunyi dan medium berupa udara untuk merambatnya bunyi.

2. diketahui : $s \pm h = 80m$
 v bunyi dalam air : $1600 m/s$
 Ditanya : waktu yang diperlukan ~~waktu~~ bunyi lumba-lumba supaya terdengar oleh pengamat (t)
 Jawab : $v = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{v}{s} \rightarrow \frac{1600}{800} = 2s$

3. > seruling (pipa organa terbuka) > klarinet
 nada atas 1 Nada atas 1
 $l = \lambda$ $l = \frac{3}{4} \lambda$
 $\lambda = l$ $\lambda = \frac{4}{3} l$
 Sehingga seruling = $\frac{v}{\lambda}$ Sehingga klarinet = $\frac{3v}{4l}$
 maka = $f_{seruling} = \frac{v}{l} = \frac{3}{4} f_{klarinet}$

4. > Pipa organa tertutup merupakan pipa organa yang tertutup pada salah satu ujungnya.
 > Frekuensi pada pipa organa tertutup secara matematis dituliskan dengan $f_n = \frac{(2n+1)v}{4l}$
 > maka perbandingan frekuensinya adalah $f_1 : f_2 : f_3 = 1 : 3 : 5$
 Sehingga pernyataan yang sesuai adalah 2 dan 4

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

$$\frac{f_x}{f_y} = \frac{80}{40} = 2$$

7. Menghitung kecepatan Pesawat terbang

Diketahui :

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

$$f_s = 1700 \text{ Hz}$$

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

ditanya :

$$v_p$$

Jawab :

Pengamat mendekati
sumber diam

sehingga

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

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

$$680000 = 578000 + 1700v_p$$

$$102000 = 1700v_p$$

$$v_p = \frac{102000}{1700}$$

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

$$v_p = 216 \text{ km/jam}$$

Lampiran 36 Data Kelas 12 MIPA NU Al-Ma'arif 04 Boja
(Peserta Uji Coba Soal)

Nama	Simbol
Yusril Ajid	R1
M Khirul Huda	R2
M Khoirul Ulum	R3
Nafis Akmal	R4
Nisa Bintang	R5
Alita Wulan	R6
Resa Shona	R7
Selina Fatma	R8
Syadida Nur F	R9
M Akbar Rizki	R10
Fika Rizki	R11
Tita Risa	R12
Olnia Ramadani	R13
Liana Wati	R14
Rizqy Rifdatul	R15
Alfiyatun Muyasaroh	R16
Aatiatur	R17
Nesa	R18
Alifia Rosana	R19
Akbar Dwi	R20
Agil Mas Said	R21
Zidan Nur	R22
Imma Febriyani	R23
Alvin M	R24
Latifatus	R25

Nama	Simbol
Sarah Fathin	R26
Nur Rohmin	R27
Muhammad Rivin	R28
Muhammad Dian	R29
Nurulli Anggun	R30

Lampiran 37 Data Kelas 11 MIPA NU 04 Al-Ma'arif 04 Boja
(Peserta Penelitian)

No	Nama
1	AHMAD SAPUTRA
2	ARDIYANTO ASKA FARANDI
3	ARSYADA MUHAMMAD HARUN
4	BAYU ALI MASKHUR
5	CAHYA INDRA PUTRA
6	CESYA VATIA APRILLIA SAHARANI
7	DEVI RISTITAWATI
8	DEWI CHOIRUNNISA
9	DIDIK IMAM FARDHANI
10	DUWI KHOLIFAH
11	ERNI JIHAN FAHRIYAH
12	FIRDA AMINATUZZURIYAH
13	FIRDA ZAHRA FANANNI
14	FITKHI FAZA LUKMANA
15	HARBAT JULIYANO GONZALES
16	ILMA NAZALA
17	KAMAL ADI MUSTOFA
18	LAILATULKUSNAH
19	LIDWINA PRAMESTI KHOIRUNNISA
20	MILA RAMAYANTI
21	MUHAMAD REZZA AKBAR
22	NIKEN FRANSISKA DEVI
23	NISWATUN KHOIRIYAH
24	NURUL CHOTIMATUS SA'ADAH
25	PRAMESTI INDAH RAHMANNISA

No	Nama
26	RENO
27	RISMA YANTI
28	RIYAN BISRI MUSTOFA
29	RIZKY BRIYAN PRATAMA
30	RYA RAMADANI
31	SOFIANA HAPSARI
32	SOFYAN EFENDI
33	SUKMAWATI
34	WAHYU DANANG DWI NASUTION
35	ANISA EKA FADILLA
36	ALIN NUR HIKMAH
37	SALMA AZZAHRA PUTRI AZIZAH
38	PUTRI NAULA ISLAMADINA
39	AZAHRA ZAESHANIA
40	DANU FEBRIYANSYAH

Lampiran 38

Data Nilai PTS Kelas XI MIPA MA NU 04 Boja 2022/2023

No	Nama	Nilai
1	AATIATUR ROHMAH	50
2	AGIL MAS SAID	60
3	AKBAR DWI NUGROHO	40
4	ALFIYATUN MAYASAROH	60
5	ALIFIA ROSANA AULIA	40
6	ALITA WULAN MUKHAROMAH	40
7	ALVIN MAULANA	40
8	DESTA PRIATAMA	40
9	FIKA RIZKI VIVIANI	60
10	IMMA FEBRIYANI	60
11	KELVIN AJI SETIYAWAN	40
12	LATIFATUS SA`ADAH	60
13	LIANA WATI	90
14	M KHOIRUL HUDA	40
15	M.KHOIRUL ULUM	40
16	MADHON	60
17	MUHAMAD YUSUF MAARIF	70
18	MUHAMMAD AKBAR RIZKI	80
19	MUHAMMAD DIAN IZZUDIN	40
20	MUHAMMAD RIVAN NASRUR RIZKI	40
21	NABILA ZALIANI	60
22	NARULLI ANGGUN ISSAFANA	40
23	NESA	90

24	NISA BINTANG MAULANI	50
25	NUR ROKHIM	60
26	OLIVIA RAMADANI	55
27	RESA SHONA AMALIA	50
28	RIZQI RIFDATUL MUMTAZAH	90
29	SALSA NABILA FAUZIAH	100
30	SARAH FATHIN NABILA	50
31	SYADIDA NUR FADHILLAH	50
32	TITA RISA ALISSIYA	50
33	TRI AGHNA SETYADIARTA	40
34	ULYA NOVIANA	50
35	YUSRIL AJID ERLANGGA	40
36	ZIDAN NUR FAIZULIBAD	40
37	ZUHROTUN NISA	60

Lampiran 39. Silabus Fisika Kelas XI Kurikulum 2013

SILABUS

Mata Pelajaran : Fisika
Satuan Pendidikan : SMA <https://kherysuryawan.blogspot.com>
Kelas : XI (Sebelas)
Alokasi waktu : 4 jam pelajaran/minggu

Kompetensi Inti :

- **KI-1 dan KI-2:** Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. **Menghayati dan mengamalkan** perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggung jawab, responsif, dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional”.
- **KI 3:** Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- **KI4:** Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
3.1 Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga	Keseimbangan dan dinamika rotasi: <ul style="list-style-type: none"> • Momen gaya • Momen inersia • Keseimbangan benda tegar 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati demonstrasi mendorong benda dengan posisi gaya yang berbeda-beda untuk mendefinisikan momen gaya. • Mendiskusikan penerapan keseimbangan benda titik, benda tegar dengan menggunakan resultan gaya dan momen gaya, penerapan konsep momen inersia, dinamika rotasi, dan penerapan hukum kekekalan momentum pada gerak rotasi.
4.1 Membuat karya yang menerapkan konsep titik berat dan kesetimbangan benda tegar	<ul style="list-style-type: none"> • Titik berat • Hukum kekekalan momentum sudut pada gerak rotasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengolah data hasil percobaan ke dalam grafik, menentukan persamaan grafik, menginterpretasi data dan grafik untuk menentukan karakteristik keseimbangan benda tegar • Mempresentasikan hasil percobaan tentang titik berat
3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari	Elastisitas dan Hukum Hooke: <ul style="list-style-type: none"> • Hukum Hooke 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan menanya sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari • Mendiskusikan pengaruh gaya terhadap perubahan panjang pegas/karet dan melakukan percobaan hukum Hooke dengan menggunakan pegas/karet, mistar, beban gantung, dan statif secara berkelompok
4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya	<ul style="list-style-type: none"> • Susunan pegas seri-paralel 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengolah data dan menganalisis hasil percobaan ke dalam grafik, menentukan persamaan, membandingkan hasil

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
		percobaan dengan bahan pegas/karet yang berbeda, perumusan tetapan pegas susunan seri-paralel <ul style="list-style-type: none"> • Membuat laporan hasil percobaan dan mempresentasikannya
3.3 Menerapkan hukum-hukum fluida statik dalam kehidupan sehari-hari	Fluida statik: <ul style="list-style-type: none"> • Hukum utama hidrostatik • Tekanan Hidrostatik • Hukum Pascal • Hukum Archimedes • Meniskus • Gejala kapilaritas • Viskositas dan Hukum Stokes 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati tayangan video/animasi tentang penerapan fluida dalam kehidupan sehari-hari, misal dongkrak hidrolik, rem hidrolik • Melakukan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida untuk mempermudah suatu pekerjaan. • Menyimpulkan konsep tekanan hidrostatik, prinsip hukum Archimedes dan hukum Pascal melalui percobaan • Membuat laporan hasil percobaan dan mempresentasikan penerapan hukum-hukum fluida statik
4.3 Merancang dan melakukan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida statik, berikut presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya		

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
3.4 Menerapkan prinsip fluida dinamik dalam teknologi	Fluida Dinamik: <ul style="list-style-type: none"> • Fluida ideal • Azas kontinuitas • Azas Bernoulli • Penerapan Azas Kontinuitas dan Bernoulli dalam Kehidupan 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati informasi dari berbagai sumber tentang persamaan kontinuitas dan hukum Bernoulli melalui berbagai sumber, tayangan video/animasi, penerapan hukum Bernoulli misal gaya angkat pesawat • Mengeksplorasi kaitan antara kecepatan aliran dengan luas penampang, hubungan antara kecepatan aliran dengan tekanan fluida, penyelesaian masalah terkait penerapan azas kontinuitas dan azas Bernoulli • Membuat ilustrasi tiruan aplikasi Azas Bernoulli (alat venturi, kebocoran air, atau sayap pesawat) secara berkelompok • Membuat laporan dan mempresentasikan hasil produk tiruan aplikasi azas Bernoulli
4.4 Membuat dan menguji proyek sederhana yang menerapkan prinsip dinamika fluida		

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
kalor pada kehidupan sehari-hari	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu dan pemuaiian • Hubungan kalor dengan suhu benda dan wujudnya • Azas Black • Perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi 	<p>benda, pengaruh perubahan suhu benda terhadap ukuran benda (pemuaiian), dan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melakukan percobaan tentang pengaruh kalor terhadap suhu, wujud, dan ukuran benda, menentukan kalor jenis atau kapasitas kalor logam dan mengeksplorasi tentang azas Black dan perpindahan kalor • Mengolah data dan menganalisis hasil percobaan tentang kalor jenis atau kapasitas kalor logam dengan menggunakan kalorimeter • Membuat laporan hasil percobaan dan mempresentasikannya
4.5 Merancang dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfatannya		
3.6 Menjelaskan teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup	<p>Teori Kinetik Gas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Persamaan keadaan gas ideal 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati proses pemanasan air misalnya pada ketel uap atau melalui tayangan video dan animasi tentang perilaku gas • Mendiskusikan dan menganalisis tentang penerapan persamaan keadaan gas dan hukum Boyle-Gay Lussac dalam penyelesaian masalah gas di ruang tertutup, ilustrasi
4.6 Menyajikan karya yang berkaitan dengan teori		

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
kinetik gas dan makna fisisnya	<ul style="list-style-type: none"> • Hukum Boyle-Gay Lussac • Teori kinetik gas ideal • Tinjauan impuls-tumbukan untuk teori kinetik gas • Energi kinetik rata-rata gas • Kecepatan efektif gas • Teori ekipartisi energi dan Energi dalam 	hubungan tekanan, suhu, volume, energi kinetik rata-rata gas, kecepatan efektif gas, teori ekipartisi energi, dan energi dalam <ul style="list-style-type: none"> • Presentasi kelompok hasil eksplorasi menerapkan persamaan keadaan gas dan hukum Boyle dalam penyelesaian masalah gas di ruang tertutup
3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan		

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
menerapkan hukum Termodinamika	Hukum Termodinamik a: <ul style="list-style-type: none"> • Hukum ke Nol • Hukum I Termodinamika • Hukum II Termodinamika • Entropi 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati proses pengukuran suhu suatu benda dengan menggunakan termometer atau melihat tayangan video pengukuran suhu badan dengan termometer (Hukum ke-Nol), gerakan piston pada motor bakar (Hukum I Termodinamika), dan entropi • Mendiskusikan hasil pengamatan terkait Hukum ke-Nol, Hukum I dan II Termodinamika dan memecahkan masalah tentang siklus mesin kalor, siklus Carnot sampai dengan teori Clausius Clayperon), entropi • Menyimpulkan hubungan tekanan (P), volume (V) dan suhu (T) dari mesin kalor dan siklus Carnot dalam diagram P-V • Mempresentasikan hasil penyelesaian masalah tentang siklus mesin kalor, siklus Carnot sampai dengan teori Clausius-Clayperon, grafik p-V dari siklus mesin kalor dan mesin Carnot
4.7 Membuat karya/model penerapan hukum I dan II Termodinamika berikut presentasi makna fisisnya		
3.8 Menganalisis karakteristik gelombang mekanik		
4.8 Melakukan percobaan tentang salah satu karakteristik gelombang		

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
mekanik berikut presentasi hasilnya	<ul style="list-style-type: none"> • Difraksi • Interferensi 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendiskusikan gelombang transversal, gelombang, longitudinal, hukum pemantulan, pembiasan, difraksi, interferensi dan mengeksplorasi penerapan gejala pemantulan, pembiasan, difraksi dan interferensi dalam kehidupan sehari-hari • Membuat kesimpulan hasil diskusi tentang karakteristik gelombang • Mempresentasikan hasil percobaan tentang gelombang
3.9 Menganalisis besaran-besaran fisis gelombang berjalan dan gelombang stasioner pada berbagai kasus nyata	Gelombang berjalan dan gelombang stasioner: <ul style="list-style-type: none"> • Persamaan gelombang • Besaran-besaran fisis 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati demonstrasi menggunakan slinki/ tayangan video/animasi tentang gelombang berjalan • Mendiskusikan persamaan- persamaan gelombang berjalan, gelombang stasioner • Mendemonstrasikan dan atau melakukan percobaan Melde untuk menemukan hubungan cepat rambat gelombang dan tegangan tali secara berkelompok • Mengolah data dan menganalisis hasil percobaan Melde untuk menemukan hubungan cepat rambat gelombang dan tegangan tali. • Membuat laporan tertulis hasil praktikum dan mempresentasikannya
4.9 Melakukan percobaan gelombang berjalan dan gelombang stasioner, beserta presentasi hasil percobaan dan makna fisisnya		

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
<p>3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi</p> <p>4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi</p>	<p>Gelombang Bunyi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Karakteristik gelombang bunyi • Cepat rambat gelombang bunyi • Azas Doppler • Fenomena dawai dan pipa organa • Intensitas dan taraf intensitas <p>Gelombang Cahaya:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati foto/video/animasi tentang pemeriksaan janin dengan USG, penggunaan gelombang sonar di laut, bunyi dan permasalahannya, karakteristik cahaya, difraksi, dan interferensi. • Mendiskusikan tentang cepat rambat bunyi, azas Doppler, intensitas bunyi, difraksi kisi, interferensi • Melaksanakan percobaan untuk menyelidiki fenomena dawai dan pipa organa, menyelidiki pola difraksi, dan interferensi • Presentasi hasil diskusi tentang cepat rambat bunyi, azas Doppler, intensitas bunyi, dawai, pipa organa, difraksi kisi dan interferensi

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
	<ul style="list-style-type: none"> • Spektrum cahaya • Difraksi • Interferensi • Polarisasi • Teknologi LCD dan LED 	
3.11 Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa	Alat-alat optik: <ul style="list-style-type: none"> • Mata dan kaca mata • Kaca pembesar (lup) • Mikroskop • Teropong • Kamera 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati gambar/video/animasi penggunaan alat optik seperti kacamata/lup pada tukang reparasi arloji, teropong, melalui studi pustaka untuk mencari informasi mengenai alat-alat optik dalam kehidupan sehari-hari • Menganalisis tentang prinsip pembentukan bayangan dan perbesaran pada kaca mata, lup, mikroskop, teleskop dan kamera • Membuat teropong sederhana secara berkelompok • Presentasi kelompok tentang hasil merancang dan membuat teropong sederhana
4.11 Membuat karya yang menerapkan prinsip pemantulan dan/atau pembiasan pada cermin dan lensa		
3.12 Menganalisis gejala pemanasan global dan		

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
<p>dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan</p> <p>4.12 Mengajukan ide/gagasan penyelesaian masalah pemanasan global sehubungan dengan gejala dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan</p>	<p>Gejala pemanasan global:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek rumah kaca • Emisi karbon dan perubahan iklim • Dampak pemanasan global, antara lain (seperti mencairnya es di kutub, perubahan iklim) <p>Alternatif solusi:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati tayangan melalui artikel/foto/video tentang dampak pemanasan global yang didukung dengan informasi dari berbagai sumber, aktifitas manusia yang mengakibatkan berbagai dampak pemanasan global, efek rumah kaca, dan perubahan iklim • Mendiskusikan dan menganalisis fenomena pemanasan global, efek rumah kaca, perubahan iklim serta dampak yang diakibatkan bagi manusia, hasil-hasil kesepakatan Global IPCC, Protokol Kyoto, dan APPCDC • Membuat laporan dan presentasi hasil kerja kelompok.

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
	<ul style="list-style-type: none"> • Efisiensi penggunaan energi • Pencarian sumber-sumber energi alternatif seperti energi nuklir <p>Hasil kesepakatan dunia internasional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i> 	

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran
	<ul style="list-style-type: none"> • Protokol Kyoto • <i>Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate (APPCDC)</i> 	

Lampiran 38 Dokumentasi Uji Coba Soal



Lampiran 39 Dokumentasi Penelitian

Dokumentasi Hari Pertama



Dokumentasi Hari Kedua



Lampiran 40 Surat Keterangan, Penelitian

**LEMBAGA PENDIDIKAN MA'ARIF NU**
MADRASAH ALIYAH NU 04 AL MA'ARIF BOJA
STATUS TERAKREDITASI
Tanggal 4 Desember 2018. 047/BANSM-JTG/SK/XII/2018
Alamat Jl Pemuda No 109 Boja Kendal. Telp. (0294) 571880
e-mail ma_nu04boja@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN PENELITIAN
Nomor : 052/MAS.NU.04/E.7/IX/2023

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Madrasah Aliyah NU 04 Al Ma'arif Boja Kabupaten Kendal, menerangkan bahwa :

Nama : Feby Alfiana
NIM : 1908066021
PT Asal : UIN Walisongo Semarang
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Fisika Berbasis Pendekatan Konstruktivisme pada Materi Gelombang Bunyi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Bahwa yang bersangkutan di atas benar-benar telah melaksanakan penelitian di MA NU 04 Al Ma'arif Boja.

Demikian surat keterangan ini dibuat, semoga menjadi maklum dan periksa adanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

7 September 2023

Mudir
Syaris Aris Isnani, S.Pd.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama : Feby Alfiana
Tempat, Tanggal Lahir : Cirebon, 25 Maret 2000
Alamat Rumah : Dusun Kliwon. Desa
Hulubanteng. Kecamatan
Pabuaran. Kabupaten Cirebon.
No. Hp : 081324263392
Email : Febyalfiana9@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan Formal

- RA Al-Istiqomah Hulubanteng
- SDN 1 Hulubanteng
- MTsN Babakan Ciledug
- MAN 2 Cirebon
- UIN Walisongo Semarang

C. Pengalaman Organisasi

- Pengurus HMJ Fisika (2020)
- Ketua DPW PMD Saintek (2021)
- Ketua Fraksi Demokrat SEMA FST (2021)
- Anggota SEMA FST (2021)
- Ketua SEMA FST (2022)
- Koor. Sub Divisi *Copy Writer* GenBI Korkom Semarang (2022)
- Pimpinan Redaksi LPM Frekuensi 2022
- Pengurus PMII Rayon Sains dan Teknologi (2020-2022)
- Pengurus PMII Komisariat UIN Walisongo 2023-Sekarang
- CEO Griya Peradaban (Sekarang)