PENGEMBANGAN *E-MODUL* PEMBELAJARAN BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN *PHET SIMULATION* PADA MATERI GELOMBANG BUNYI DI SMA/MA

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

FAURIZA HAFNI
NIM. 200204005

Mahasiswi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Fisika

FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM, BANDA ACEH
2023 M / 1445 H

PENGEMBANGAN *E-MODUL* PEMBELAJARAN BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN *PHET SIMULATION* PADA MATERI GELOMBANG BUNYI DI SMA/MA

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Ilmu Pendidikan Fisika

Diajukan Oleh :

FAURIZA HAFNI
NIM. 200204005

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Fisika

Disetujui oleh :

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Fitriyawany, M.Pd.	**Sabaruddin, M.Pd.**
NIP. 198208192006042002	**NIDN. 2024118703**

جامعة الرانري
AR-RANIRY

PENGEMBANGAN *E-MODUL* PEMBELAJARAN BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN *PHET SIMULATION* PADA MATERI GELOMBANG BUNYI DI SMA/MA

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Pendidikan Fisika

Pada Hari/Tanggal **Selasa, 19 Desember 2023 M**
6 Jumadil Akhir 1445 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,	**Sekretaris,**
Fitriyawany, M.Pd.	**Sabaruddin, M.Pd.**
NIP. 198208192006042002	**NIDN. 2024118703**
Penguji I,	**Penguji II,**
Muhammad Nasir, M.Si.	**Sri Nengsih, S.Si., M.Sc.**
NIP. 199001122018011001	**NIP. 198508102014032002**

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh

Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed.,Ph.D.
NIP. 197301021997031003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauriza Hafni

NIM : 200204005

Prodi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulation* pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkannya dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya
4. Tidak memanipulasi dan memasulkan data
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu mempertanggung jawabkan atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi terhadap aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 05 Desember 2023

Yang Menyatakan,

METERAI TEMPEL

Fauriza Hafni

ABSTRAK

Nama	:	Fauriza Hafni
Nim	:	200204005
Fakultas / Prodi	:	Tarbiyah dan Keguruan Pendidikan Fisika
Judul Tugas	:	Pengembangan *E-Modul* Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulation* pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA
Pembimbing 1	:	Fitriyawany, M.Pd.
Pembimbing 2	:	Sabaruddin, M.Pd.
Kata Kunci	:	*E-Modul, Discovery Learning, PhET Simulation,* Gelombang Bunyi.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh penggunaan bahan ajar yang tidak bervariasi dan pembahasan materi fisika yang dianggap sulit karena kurangnya berpikir kritis peserta didik. Hal ini mengakibatkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep dan persamaan yang terdapat pada materi gelombang bunyi, sehingga membutuhkan model pembelajaran yang sesuai yaitu *discovery learning* dimana peserta didik diharapkan mampu mengatasi masalah yang dihadapi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dilakukan pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* sebagai pengganti praktikum secara nyata agar dapat memberikan pemahaman kepada peserta didik terkait materi gelombang bunyi serta menjadi bahan ajar elektronik yang dapat digunakan dalam jangka waktu panjang karena bersifat fleksibel sehingga dapat digunakan dimana saja untuk mengulang kembali materi gelombang bunyi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui desain, kelayakan dan kepraktisan *e-modul* pembelajaran fisika berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi SMA/MA. *E-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* berpedoman pada model pengembangan *Alessi* dan *Trollip* karena cocok dengan menggunakan model penelitian ini produk yang dihasilkan berbentuk elektronik, memiliki 3 tahap yaitu (1) *Planning*, (2) *Desain* dan (3) *Development*. Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA. Hasil kelayakan uji alfa dengan menyebarkan angket lembar validasi maka didapatkan dari validasi ahli media dengan skor persentase 94,48% kategori sangat layak dan validasi ahli materi dengan skor persentase 93,7% kategori sangat layak. Dapat disimpulkan uji kelayakan terhadap *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi dengan skor rata-rata keseluruhan sebesar 94,09% kategori sangat layak. Selanjutnya kepraktisan untuk uji beta dengan menyebarkan angket lembar validasi mendapatkan skor persentase 93,92% dengan kategori sangat layak digunakan dalam pembelajaran fisika di SMA/MA.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **"Pengembangan *E-Modul* Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulation* Pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA".** Shalawat beserta salam kepada Nabi besar Muhammad SAW yang mana atas perjuangan beliau yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan ke zaman yang berilmu pengetahuan seperti saat ini.

Ucapan terimakasih yang tak terhingga pula penulis tujukan kepada berbagai pihak yang telah membrikan bimbingan, bantuan, serta dukungan baik secara moral maupun materi sehigga penulisan skripsi ini dapat terselesikan. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya karena telah membantu dalam penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Prof. Safrul Muluk, S.Ag, M.A, M.Ed, Ph.D., selaku Dekan dan bapak Habiburrahman, Ph.D selaku Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.
2. Ibu Fitriyawany, M.Pd., selaku Pembimbing I serta Ketua Program Studi Pendidikan Fisika dan Bapak Muhammad Nasir, M.Si., selaku Sekretaris Program Studi Pendidikan Fisika beserta seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Staf Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan membantu kelancaran administrasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

3. Bapak Sabaruddin, M.Pd., selaku Pembimbing II yang telah dengan tekun memberikan bimbingan, nasihat, motivasi, dan dukungan yang berharga kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd).
4. Ibu Raihan Islamadina, S.T., M.T., Hari Anna Lastya, M.T., Nurrizqa, S.Pd., M.T selaku validator ahli media dan Ibu Zahriah, M.Pd., Bapak Drs. Soewarno S, M. Si., dan Muhammad Nasir, M.Si., selaku validator ahli materi yang bersedia memberikan saran dan masukan dalam pengembangan produk *e-modul* yang dikembangkan.
5. Bapak H. Abdul Kamal Munthe, SH., selaku kepala SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu dan Ibu Fitri Yuniati Harahap, S. Si., selaku guru fisika di SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu yang telah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian di sekolah dengan menyebarkan angket kebutuhan dan kesulitan peserta didik.
6. Ibu Mariani S. Ag., M.A., selaku kepala MAS Darul Ulum Banda Aceh dan Bapak Samsul Bahri, S.Pd., M.Pd., selaku guru fisika di MAS Darul Ulum Banda Aceh yang telah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian di sekolah dengan menyebarkan angket sebagai uji pengguna.
7. Yang tersayang mamak, bapak, abang, dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi dan do'a yang tiada henti.
8. Teman-teman seperjuangan di perantauan, dan teman-teman mahasiswa angkatan 2020 Program Studi Pendidikan Fisika.

Sesungguhnya, hanya Allah SWT yang dapat membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Namun tidak terlepas dari itu semua, penulis menyadari betul bahwa dalam penulisan proposal skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun yang dapat membantu memperbaiki penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa membantu dan bermanfaat bagi semua pihak.

Banda Aceh, 15 Januari 2024

Penulis,

Fauriza Hafni

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH
ABSTRAK ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xii**

BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang Masalah 1
B. Rumusan masalah 7
C. Tujuan pengembangan 7
D. Manfaat Pengembangan 8
E. Definisi Operasional 9

BAB II LANDASAN TEORI **12**
A. Kajian Teori 12
1. Bahan Ajar 12
2. Modul Pembelajaran 13
3. *Discovery Learning* 17
4. *PhET Simulation* 20
5. Gelombang Bunyi 21

BAB III METODE PENELITIAN **28**
A. Rancangan Penelitian 28
B. Langkah-Langkah Penelitian 28
C. Instrumen Pengumpulan Data 38
D. Teknik Pengumpulan Data 38
E. Teknik Analisis Data 40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **42**
A. Hasil Penelitian 42
B. Pembahasan 83

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN **101**
A. Kesimpulan 101
B. Saran 102

DAFTAR PUSTAKA **103**

LAMPIRAN-LAMPIRAN **19**

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS **158**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Orang Bermain Gitar 24
Gambar 2.2. Alat Musik Seruling 24
Gambar 2.3. Pipa Organa Terbuka 25
Gambar 2.4. Pipa Organa Tertutup 25
Gambar 2.5. Bunyi Sirine *Ambulance* 27
Gambar 4.1. Sampul Depan *E-Modul* 57
Gambar 4.2. Sampul Belakang *E-Modul* 57
Gambar 4.3. Tampilan *Flowchart* 58
Gambar 4.4. Tampilan Kata Pengantar 59
Gambar 4.5. Tampilan Daftar Isi 60
Gambar 4.6. Tampilan Peta Konsep 62
Gambar 4.7. Tampilan Tujuan Pembelajaran 63
Gambar 4.8. Tampilan Stimulus 64
Gambar 4.9. Tampilan *Problem Statement* 64
Gambar 4.10. Tampilan *Data Collection* 65
Gambar 4.11. Tampilan *Data Processing* 65
Gambar 4.12. Tampilan *Verification* 66
Gambar 4.13. Tampilan *Generalization* 66
Gambar 4.14. Tampilan Uji Kompetensi 67
Gambar 4.15. Tampilan Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran 68
Gambar 4.16. Tampilan Glosarium 69
Gambar 4.17. Tampilan Daftar Pustaka 69
Gambar 4.18. Tampilan Lampiran 70
Gambar 4.19. Tampilan Profil Penulis 71
Gambar 4.20. Grafik Validasi Ahli Media 94
Gambar 4.21. Grafik Validasi Ahli Materi 96
Gambar 4.22. Grafik Validasi Oleh Pengguna 98

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Ukuran Penilaian Validator 40
Tabel 3.2. Presentase Kriteria Kelayakan 41
Tabel 4.1. Tampilan *Storyboard* Pada *E-Modul* 50
Tabel 4.2. Tampilan Pendahuluan *E-Modul* 61
Tabel 4.3. Data Hasil Validasi oleh Validator Ahli Media 72
Tabel 4.4. Data Hasil Validasi oleh Validator Ahli Materi 74
Tabel 4.5. Data Persentase Validator 75
Tabel 4.6. Saran Perbaikan Validator Uji Alfa 76
Tabel 4.7. Data Hasil Validasi Instrumen oleh Pengguna 82

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Bahan ajar dalam perannya sebagai kebutuhan penyedia informasi guru dan peserta didik. Guru sebagai pendidik harus mampu mengolah dan menganalisis masing-masing informasi yang terkandung di dalam materi sehingga dapat digabungkan sesuai inovasi untuk berbagai aplikasi. Menambahkan materi pembelajaran sangat penting dari berbagai perspektif peserta didik.[1] Bahan ajar ketika mengajar di kelas dalam bentuk materi dapat berupa manual, buku, modul, daftar tugas peserta didik, brosur, prospektus, peta dinding dan lain-lain.[2] Bahan ajar berupa modul dapat digunakan sebagai alat bagi peserta didik untuk mencapai Standar Kompetensi dan Keterampilan Dasar yang diharapkan.

Modul adalah bahan ajar yang direncanakan secara sistematis berdasarkan kurikulum khusus dan dikemas ke dalam unit-unit pembelajaran sekecil mungkin, dipelajari secara mandiri dalam satuan waktu tertentu agar siswa menguasai keterampilan diajarkan.[3] Namun kenyataannya bahan ajar baik berupa modul maupun lainnya masih kurang sesuai dengan kurikulum yang sedang bejalan pada abad ke 21 ini, bahwa proses pembelajaran harus berpusat pada peserta didik.

---

[1] Endang Nuryasana dan Noviana Desiningrum, "Pengembangan Bahan Ajar Strategi Belajar Mengajar Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa," *Jurnal Inovasi Penelitian.* vol 1, no. 5 (2020): 967–974.

[2] Meilan Arsanti, "Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Penulisan Kreatif Bermuatan Nilai-Nilai Pendidikan Karakter Religius Bagi Mahasiswa Prodi Pbsi, Fkip, Unissula," *KREDO : Jurnal Ilmiah Bahasa Dan Sastra* 1, no. 2 (2018): 71–90.

[3] Sitti Fatimah S Sirate dan Risky Ramadhana, "Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Keterampilan Literasi" *UIN (Ubiversias Islam Negeri) Alauddin Makassar*. vol 6, no. 2 (2017): 316–335.

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi guru harus mengintegrasikan teknologi informasi ke dalam proses pembelajaran salah satunya yaitu dengan menggunakan *e-modul* yang membuat pembelajaran lebih menarik dan tidak hanya menggunakan buku cetak.

E-modul juga merupakan bentuk penyajian materi belajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam satuan-satuan pembelajaran tertentu yang disajikan dalam format elektronik, dengan setiap pembelajaran yang terkandung di dalamnya dihubungkan dengan *link* navigasi yang membuat peserta didik lebih interaktif dengan program tersebut yang dilengkapi dengan penyajian video pembelajaran, animasi dan audio untuk memperkaya pembelajaran.[4]

Pada penelitian ini, modul yang akan dikembangkan yaitu *e-modul* pembelajaran fisika. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terbuka dengan salah satu guru di sekolah mengatakan bahwa guru hanya mengandalkan buku cetak dalam proses pembelajaran. Kemudian mata pelajaran fisika dianggap sebagai salah satu pembelajaran yang cukup menakutkan hal ini dikarenakan kurangnya berpikir kritis peserta didik.[5] Rasa takut yang dirasakan mengakibatkan peserta didik enggan mengajukan pertanyaan yang sebenarnya mereka belum pahami pada suatu materi. Hal ini tentunya membuat pendidik senantiasa berpikir untuk memilih model pembelajaran yang lebih tepat. Pemerintah mengharapkan pada kurikulum ini terdapat bahan ajar yang interaktif dan memenuhi kriteria berdasarkan kurikulum berjalan.

---

[4] Direktur Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Panduan Praktis Penyusunan *E-Modul* Tahun 2017, (Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017), hal. 3.

[5] Hasil observasi di SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu pada tanggal 02 Februari 2023

Cara yang terbaik untuk memecahkan masalah yang bertujuan untuk meningkatkan berpikir kritis peserta didik untuk mempelajari fisika dengan baik adalah dengan mengubah suasana belajar fisika yang melibatkan peserta didik dan memberikan pengajaran yang lebih efektif, bahan ajar dalam bentuk elektronik modul (*e-modul*) dibutuhkan untuk pembelajaran yang dapat memecahkan masalah peserta didik tersebut. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menerapkan model pembelajaran yang menerapkan proses pembelajaran yang berpusat pada peserta didik.

Salah satu model pembelajaran yang dapat memotivasi belajar peserta didik adalah model pembelajaran *discovery learning*. *Discovery learning* adalah model pembelajaran yang lebih menekankan pada proses peserta didik mencari dan menemukan jawaban dari masalah yang dihadapi. Model pembelajaran *discovery learning* memiliki banyak keunggulan, antara lain memberikan informasi yang sangat personal kepada peserta didik, sehingga materi pembelajaran menembus ingatan peserta didik, dapat menggugah semangat belajar peserta didik, dapat meningkatkan tingkat penghargaan pada diri peserta didik, mendorong peserta didik berpikir dan bekerja atas inisiatif sendiri, dan melatih peserta didik belajar mandiri.[6] Pada saat ini sudah terdapat salah satu *software* berupa *PhET Simulation* yang menggantikan laboratorium nyata dengan laboratorium visual untuk meningkatkan semangat belajar peserta didik.

PhET (Physics Education Technology) merupakan salah satu *software* aplikasi *open source* yang memudahkan peserta didik dan guru untuk memahami

[6] Asnita Asnita dan Erizal Gani, "Pengaruh Penggunaan Model *Discovery Learning* Terhadap Keterampilan Menulis Teks Eksplanasi Siswa Kelas Viii Smp Negeri 20 Padang," *Pendidikan Bahasa Indonesi*. vol 9, no. 1 (2020): 23.

pelajaran matematika dan sains (fisika, kimia, biologi, geografi). Dengan menggunakan *PhET Simulation* dapat membantu guru untuk menjelaskan topik kepada peserta didik dengan mudah, Guru dapat langsung menjelaskan topik abstrak yang didemonstrasikan dengan simulasi, *PhET Simulation* juga dapat mendemonstrasikan hal-hal yang sulit dilihat dari latihan di laboratorium nyata, *PhET Simulation* ini dapat digunakan secara *online* atau luring, gambar dan desain warna pada *PhET Simulation* sangat menarik karena langsung disesuaikan dengan warna dasar bahan dan dan sesuai dengan bentuk yang aslinya atau alat saat praktikum di laboratorium nyata.[7]

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada tanggal 02 Februari 2023 di SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu dengan menyebarkan angket kesulitan belajar peserta didik kelas XI MIPA 3 mendapatkan hasil kesulitan untuk peserta didik dan guru dari beberapa Kompetensi Dasar pembelajaran pada semester genap yang berjalan mereka nyatakan sulit adalah materi gelombang bunyi. Ini menjadi alasan peneliti ingin mengembangkan *e-modul* pembelajaran fisika berbasis *discovery learning* dengan berbantuan *PhET Simulation* menjadi salah satu solusi yang tepat untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Adapun penelitian yang dilakukan Saparuddin, Dian Dwi Putri Ulan Sari Patongai, Sitti Kahfiah dan Eka Ayu Pratiwi yang berjudul "Penggunaan *E-Modul* Berbasis *Discovery Learning* Melalui Pendekatan *Lesson Study* terhadap Kemampuan Kognitif Peserta Didik" penelitian ini menggunakan metode pra eksperimen dengan menggunakan model *single group pre-test dan post-test*

[7] Syarifah Rahmiza Muzana, Silvi Puspa Widya Lubis, dan Wirda, "Penggunaan *Simulasi PhET* Terhadap Efektivitas Belajar IPA," *Jurnal Dedikasi Pendidikan*. vol 5, no. 1 (2021): 227–236.

mendapatkan hasil analisis deskriptif statistik, *pre-test* memperoleh rata-rata 63 poin, sedangkan *post-test* memperoleh rata-rata 87 poin. Hasil belajar pesera didik dapat dilihat dari uji N-Gain dimana data yang diperoleh berada pada kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *e-modul* berbasis *discovery learning* melalui pendekatan *classroom study* efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik.[8]

Penelitian yang dilakukan Novita Riskyka Sari Bukit yang berjudul "Pengembangan *E-Modul* Berbasis *Discovery Learning* Pada Materi Hukum Newton Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik Di SMA Negeri 7 Medan T.P 2021/2022" memperoleh rata-rata 85,4% dan 88,8% dengan kategori sangat praktis. Hasil uji keefektifan terhadap motivasi belajar memperoleh n-gain 0,49 dan 0,50 dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa *e-modul* yang dikembangkan sangat layak dan sangat praktis sebagai bahan ajar serta efektif dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik.[9]

Penelitian yang dilakukan Desi Ariana, Risya Pramana Situmorang dan Agna Sulis Krave yang berjudul "Pengembangan Modul Berbasis *Discovery Learning* Pada Materi Jaringan Tumbuhan Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas XI IPA SMA" dari penilaian oleh ahli materi, guru mata pelajaran, teman pekerjaan dan peserta didik SMA menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Dapat

---

[8] Edi Ilimu Saparuddin, "Penggunaan *E-Modul* Berbasis *Discovery Learning* Melalui Pendekatan *Lesson Study* terhadap Kemampuan Kognitif Peserta Didik," *Jurnal Biotek Volume* 9, no. 1 (2021): 1–10.

[9] Bukit, Novita Riskyka Sari (2022) "Pengembangan *E-Modul* Berbasis *Discovery Learning* Pada Materi Hukum Newton Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Di SMA Negeri 7 Medan T.P 2021/2022". Undergraduate thesis, UNIMED.

disimpulkan bahwa modul yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran dan efektif meningkatkan literasi sains peserta didik kelas XI.[10]

Penelitian yang dilakukan Relimawati Giawa, Agnes Renostini Harefa dan Toroziduhu Waruwu yang berjudul "Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Pada Materi Perubahan Lingkungan" mendapatkan hasil penelitian pada kelayakan modul oleh ahli materi diperoleh 91% kriteria sangat layak, ahli desain diperoleh 94% kriteria sangat layak, kemudian hasil kepraktisan modul berdasarkan uji coba perseorangan diperoleh 84% kriteria sangat praktis, dan efektifitas modul di kelas X IPA-2 mencapai 89% kriteria sangat efektif.[11]

Adapun perbedaan penelitian yang akan peneliti lakukan yaitu pada materi dan penelitian ini menggunakan berbantuan *PhET Simulation* yang menyajikan gambar, audio dan juga video sehingga pembelajaran lebih menarik. Kemudian perbedaan selanjutnya yaitu penelitian sebelumnya sangat berfokus pada peningkatan motivasi dan kreativitas peserta didik sedangkan penelitian yang akan peneliti lakukan lebih berfokus pada hasil uji kelayakan media yang akan dikembangkan dari segi desain maupun materi yang akan dinilai oleh validator ahli sehingga produk yang dihasilkan lebih maksimal.

---

[10] Desi Ariana, Risya Pramana Situmorang dan Agna Sulis Krave, "Pengembangan Modul Berbasis *Discovery Learning* Pada Materi Jaringan Tumbuhan Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas XI IPA SMA," *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IP*. vol 11, no. 1 (2020): 34.

[11] Relimawati Giawa, Agnes Renostini Harefa dan Toroziduhu Waruwu, "Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Pada Materi Perubahan Lingkungan," *Educativo: Jurnal Pendidikan*. vol 1, no. 2 (2022): 411–422.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **"Pengembangan *E-Modul* Pembelajaran Berbasis *Discovey Learning* Berbantuan *PhET Simulation* Pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA".** Pengembangan *e-modul* ini diharapkan mampu dijadikan salah satu inovasi media pembelajaran fisika khususnya untuk materi pokok gelombang bunyi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana desain pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA?
2. Bagaimana kelayakan pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA?
3. Bagaimana kepraktisan pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui desain pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA.
2. Untuk mengetahui hasil uji kelayakan terhadap pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA.
3. Untuk mengetahui kepraktisan pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA.

D. Manfaat Pengembangan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam bidang pendidikan, baik secara langsung maupun tidak langsung sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Beberapa manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

   Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi dalam bidang ilmu pengetahuan, terutama dalam hal proses pembelajaran fisika pada materi gelombang bunyi. Hal ini dilakukan melalui pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* yang menggunakan *PhET Simulation* sebagai alat bantu. Diharapkan penelitian ini dapat memperkaya khazanah ilmu pengetahuan dan memberikan kemajuan dalam bidang pendidikan.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Guru

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan dan rekomendasi bagi para guru dalam meningkatkan kualitas penggunaan media pembelajaran.

b. Bagi Peserta Didik

Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran melalui penggunaan alternatif media berupa *e-modul*.

c. Bagi Sekolah

Hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi sekolah dalam mengembangkan bahan ajar berupa *e-modul* yang berkualitas, sehingga tujuan pembelajaran yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih baik.

d. Bagi Peneliti

Peneliti akan memperoleh pengalaman yang berharga dalam tahapan perancangan, mendesain, pengembangan dan pengujian produk penelitian yang dapat meningkatkan keterampilan peneliti.

E. Definisi Operasional

Untuk menghindari penafsiran yang salah terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam proposal ini, peneliti akan memberikan penjelasan lebih rinci mengenai istilah-istilah berikut:

1. *E-Modul*

   E-modul adalah sebuah sumber belajar yang dirancang untuk membantu peserta didik dalam belajar secara mandiri dengan menggunakan media elektronik.[12] *E-modul* ini dilengkapi dengan gambar, animasi, audio dan video dengan memanfaatkan teknologi dan informasi agar pembelajaran lebih menarik bagi peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.

2. *Discovery Learning*

   Pembelajaran *discovery learning* adalah suatu bentuk kegiatan belajar yang melibatkan partisipasi aktif peserta didik.[13] Pada penelitian ini membantu peserta didik belajar secara mandiri untuk menyelidiki suatu permasalahan yang tidak dimengerti.

3. *PhET Simulation*

   PhET simulasi merupakan hasil pengembangan dari *University of Colorado* yang mencakup berbagai simulasi pembelajaran di bidang fisika, biologi, dan kimia.[14] *PhET Simulation* sebagai alat bantu peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar yang menjelaskan materi secara *virtual.*

---

[12] Ismi Laili, Ganefri dan Usmeldi, "Efektivitas Pengembangan E-Modul Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik," *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran* 3, no. 3 (2019): 306–315.

[13] Muhammad Fikri Sunarto dan Nur Amalia, "Penggunaan Model Discovery Learning Guna Menciptakan Kemandirian Dan Kreativitas Peserta Didik," *BAHTERA : Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra* 21, no. 1 (2022): 94–100.

[14] Syarifah Rahmiza Muzana, Silvi Puspa Widya Lubis, dan Wirda....., hal.228.

4. Gelombang Bunyi

Bunyi merupakan salah satu bentuk gelombang mekanik longitudinal yang mengalami perambatan melalui medium.[15] Gelombang bunyi adalah gelombang yang merambat memerlukan medium seperti zat padat, cair dan gas.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

[15] Abdul Yasid, Yushardi, dan Dina Handayani, "Pengaruh Frekuensi Gelombang Bunyi Terhadap Perilaku Lalat Rumah *(Musca Domestica)*," *Jurnal Pembelajaran Fisika*. vol. 5, no. 2 (2016): 190–196.

BAB II

LANDASAN TEORI

1. Bahan Ajar

Bahan ajar adalah kumpulan pembelajaran berisi materi yang disusun untuk mencapai tujuan pembelajaran. Bahan pembelajaran juga merupakan bagian yang memegang peranan penting dalam pembelajaran. Ketersediaan bahan ajar dapat membantu siswa memperoleh pengetahuan tentang bahan ajar tersebut. Beberapa asumsi tentang makna status materi pendidikan adalah:

1) Membantu belajar individu
2) Memberikan keleluasaan untuk mempersiapkan pembelajaran jangka pendek dan jangka panjang
3) Perencanaan materi pendidikan yang sistematis memberikan dampak yang besar bagi perkembangan sumber daya manusia seseorang
4) Memfasilitasi penyelenggaraan belajar mengajar yang sistematis
5) Memfasilitasi pembelajaran.[16]

Bahan ajar menurut Ellington dan Race mengelompokkan bahan ajar berdasarkan bentuknya ke dalam 7 jenis, yaitu:

1) Bahan ajar cetak dan duplikatnya, misalnya *handouts*, lembar kerja peserta didik, bahan belajar mandiri, dan bahan belajar kelompok.
2) Bahan ajar display yang tidak diproyeksikan, misalnya *flipchart*, poster, model, serta foto.
3) Bahan ajar display diam yang diproyeksikan, misalnya *slide*, *filmstrips*, dan lain-lain.
4) Bahan ajar audio, misalnya *audiodiscs*, *audio tapes*, dan siaran radio.
5) Bahan ajar audio yang dihubungkan dengan bahan visual diam, misalnya

[16] ST. Misbach, Sahrul Saehana, dan Darsikin Darsikin, "Pengembangan Bahan Ajar Konsep Suhu Dan Kalor Berbasis Android," *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*. vol 7, no. 1 (2019): 27.

program *slide* suara, program *filmstrip* bersuara, *tape* model, dan *tape* realita.

6) Bahan ajar video, misalnya siaran televisi, film dan rekaman *videotape*.
7) Bahan ajar komputer, misalnya *Computer Assisted Instruction* (CAI) dan *Computer Based Tutorial* (CBT).

2. Modul Pembelajaran

Modul sebagai bahan ajar harus disesuaikan dengan kondisi peserta didik dan strategi pembelajaran guru. Keberhasilan tujuan pendidikan tergantung pada bagaimana peserta didik mengalami pembelajaran. Selain cermat dalam pemilihan dan penerapan metode pengajaran sesuai dengan tujuan yang diinginkan, guru juga mengetahui bagaimana memilih sarana komunikasi yang sesuai dengan materi agar memudahkan penyampaian materi. Oleh karena itu, perlu adanya media yang dapat memotivasi peserta didik dalam menyerap materi. Salah satu perangkat yang berkembang adalah modul dan pembelajaran interaktif dalam bentuk modul elektronik *(e-modul)*.

a. Modul

1) Pengertian Modul

Modul adalah bahan ajar yang digunakan secara mandiri oleh peserta didik karena didesain dengan pedoman belajar mandiri yang sistematis dan komprehensif serta memuat rangkaian pengalaman belajar yang terencana dan membantu peserta didik mencapai tujuan belajar tertentu.[17]

[17] Yuliana Yuliana, Evita Anggereini, dan Afreni Hamidah, "Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Kontekstual Pada Materi Ekosistem Untuk Siswa Kelas VII SMP Al-Falah

Karakteristik modul adalah menghasilkan modul yang dapat meningkatkan motivasi belajar. Pengembangan modul harus memperhatikan karakteristik yang diperlukan dan sesuai dengan kebutuhan belajar dalam sebuah proses pembelajaran yang memiliki karakteristik sebagai berikut:

a) Self Instruction

Merupakan karakteristik penting dalam modul, dengan karakter tersebut memungkinkan seseorang belajar secara mandiri dan tidak tergantung pada pihak lain. Guna memenuhi karakter *self instruction*, maka modul harus:

(1) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas, dan dapat menggambarkan pencapaian Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar,
(2) Memuat materi pembelajaran yang dikemas dalam unit-unit kegiatan yang kecil/spesifik, sehingga memudahkan dipelajari secara tuntas,
(3) Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran;
(4) Terdapat soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan untuk mengukur penguasaan peserta didik,
(5) Tontekstual, yaitu materi yang disajikan terkait dengan suasana, tugas atau konteks kegiatan dan lingkungan peserta didik,
(6) Menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif,
(7) Terdapat rangkuman materi pembelajaran,
(8) Terdapat instrumen penilaian, yang memungkinkan peserta didik melakukan penilaian mandiri *(self assessment)*,
(9) Terdapat umpan balik atas penilaian peserta didik, sehingga peserta didik mengetahui tingkat penguasaan materi,
(10) Terdapat informasi tentang rujukan/ pengayaan/ referensi yang mendukung materi pembelajaran dimaksud.[18]

b) Self Contained

Modul dikatakan *self contained* ketika semua materi pembelajaran tatap muka satu kali yang diperlukan dimasukkan ke dalam modul. Tujuan

---

Kota Jambi," *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*. vol 6, no. 1 (2018): 50–58.

[18] LP3M. 2020. "Pedoman Penyusunan Modul Pendidikan Dan Pelatihan," Surabaya: 4-5.

dari konsep ini adalah untuk menawarkan kepada peserta didik kesempatan untuk mempelajari mata pelajaran secara menyeluruh, kemudian mata pelajaran tersebut disatukan menjadi kesatuan yang koheren. Jika perlu memisahkan materi dari suatu standar kompetensi/kompetensi inti, hal ini harus dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan keluasan standar kompetensi/kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh peserta didik.

c) ***Stand Alone/independent***

Stand alone/independent atau berdiri sendiri merupakan karakteristik modul yang tidak tergantung pada bahan ajar/media lain. Dengan bantuan modul peserta didik tidak memerlukan bahan ajar tambahan untuk mempelajari dan/atau mengolah tugas modul.

d) ***Adaptive***

Modul harus memiliki daya adaptasi yang baik terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Disebut adaptif bila modul mampu beradaptasi dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta fleksibel/fleksibel untuk digunakan pada perangkat keras yang berbeda.

Dalam penelitian ini, dikembangkan bahan ajar berupa *e-modul*.

b. *E-modul*

1) Pengertian *E-modul*

E-modul adalah modul yang memanfaatkan teknologi informasi (TIK) terintegrasi dengan keunggulan interaktif memudahkan dalam navigasi, memuat gambar, video, audio, animasi dan di lengkapi tes formatif yang dapat

menciptakan umpan balik otomatis secara langsung. E-modul memudahkan pemahaman materi, memvisualisasikan sesuatu yang abstrak dengan lebih jelas.[19]

2) Karakteristik *E-Modul*

a) *Self instructional*, peserta didik mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain.
b) *Self contained*, seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi yang dipelajari terdapat didalam satu modul utuh.
c) *Stand alone*, modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media lain.
d) *Adaptif*, modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi.
e) *User friendly*, modul hendaknya juga memenuhi kaidah akrab bersahabat/akrab dengan pemakainya.
f) Konsisten dalam penggunaan font, spasi, dan tata letak.
g) Disampaikan dengan menggunakan suatu media elektronik berbasis *computer*
h) Memanfaatkan berbagai fungsi media elektronik sehingga disebut sebagai multimedia.
i) Memanfaatkan berbagai fitur yang ada pada aplikasi *software*
j) Perlu didesain secara cermat (memperhatikan prinsip pembelajaran).[20]

3) Keunggulan dan Kelemahan *E-Modul*

1. Keunggulan
a) Meningkatkan motivasi peserta didik, karena setiap kali mengerjakan tugas pelajaran yang dibatasi dengan jelas dan sesuai dengan kemampuan.
b) Setelah dilakukan evaluasi, guru dan peserta didik mengetahui benar, pada modul yang mana peserta didik telah berhasil dan pada bagian modul yang mana mereka belum berhasil.
c) Bahan pelajaran terbagi lebih merata dalam satu semester.
d) Pendidikan lebih berdaya guna, karena bahan pelajaran disusun menurut jenjang akademik.
e) Penyajian yang bersifat statis pada modul cetak dapat diubah menjadi lebih interaktif dan lebih dinamis.
f) Unsur *verbalisme* yang terlalu tinggi pada modul cetak dapat dikurangi

[19] Maisaroh Maisaroh, Tantri Mayasari, dan Mislan Sasono, "Pengembangan Modul Elektronik Berbasis *Real Life Learning* Untuk Meningkatkan Kemampuan Analisis Siswa SMK," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika* 4, no. 1 (2020): 33.

[20] Kemendikbud. 2017. "Panduan Praktis Penyusunan *E-Modul.*" . Jakarta : hal.3

dengan menyajikan unsur visual dengan penggunaan video tutorial.

2. Kelemahan

a) Biaya pengembangan bahan tinggi dan waktu yang dibutuhkan lama.
b) Menentukan disiplin belajar yang tinggi yang mungkin kurang dimiliki oleh peserta didik pada umumnya dan peserta didik yang belum matang pada khususnya.
c) Membutuhkan ketekunan yang lebih tinggi dari fasilitator untuk terus menerus memantau proses belajar peserta didik, memberi motivasi dan konsultasi secara individu setiap waktu peserta didik membutuhkan.[21]

Berdasarkan keunggulan yang terdapat didalam *e-modul* maka pemilihan *e-modul* cocok untuk menambah daya tarik peserta didik dalam proses pembelajaran karena penyajiannya dinamis yang dapat menampilkan video dan audio yang menarik.

3. *Discovery Learning*

a. Pengertian *Discovery Learning*

Keterlibatan peserta didik dan pemanfaatan pengetahuannya adalah dua aspek kunci dalam proses pembelajaran berbasis penemuan yang memudahkan peserta didik dalam memperoleh pengetahuan baru. Ketika peserta didik terlibat secara aktif dan mampu mengaitkan pengetahuan sebelumnya dengan pengetahuan yang baru dalam proses belajar, hal ini akan membantu mereka untuk mengingat dan memahami materi yang sedang dipelajari dengan lebih baik.[22] Guru bertugas membimbing peserta didik dalam memahami informasi baru dengan memanfaatkan pengetahuan yang sudah miliki *(fasilitator)*.

---

[21] Kemendikbud...,hal. 3-4.

[22] Limala Ratni Sri Kharismawati, dkk, *HOTS-Oriented Module: Discovery Learning I*, 2020. Jakarta Selatan: SEAMEQ QITEP in Language. hal.18

b. Prosedur *Discovery Learning*

Langkah-langkah pelaksanaan pembelajaran *discovery learning* adalah:

1) *Simulation* (pemberian ransangan)

Peserta didik diberi masalah untuk diselidiki, yang kemudian membangkitkan rasa ingin tahu. Kemudian guru berperan sebagai fasilitator melalui pertanyaan, petunjuk cara membaca dan tugas belajar.

2) *Problem Statement* (identifikasi masalah)

Tahap kedua pembelajaran ini adalah guru mempersilakan peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin kasus masalah pada mata pelajaran, setelah itu dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis.

3) *Data Collection* (pengumpulan data)

Setelah merumuskan masalah, peserta didik perlu menghimpun informasi untuk menyelesaikannya. Data primer adalah informasi yang diamati, dicatat, dan diperoleh secara langsung, sementara data sekunder yaitu referensi tertulis yang menggambarkan atau mencatat data primer.

4) *Data Processing* (pengolahan data)

Kegiatan mengolah data dan informasi yang sebelumnya telah didapat oleh peserta didiik. Proses pengolahan data dapat disusun dalam tiga langkah yaitu: mereduksi data, menampilkan data, dan menarik kesimpulan sementara.

5) *Verification* (pembuktian)

Tahap ini membandingkan hasil analisis dengan informasi yang ditemukan dalam kelompok lain, referensi seperti buku dan panduan dari guru.

6) *Generalization* (menarik kesimpulan)

Langkah akhir melibatkan menyusun hasil dalam bentuk jawaban atau solusi atas masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya. Kesimpulan merupakan jawaban akhir untuk permasalahan yang ada.[23]

c. Kelebihan model *Discovery Learning*

1) Peserta didik aktif dalam pembelajaran karena berpikir dan menggunakan keterampilannya untuk menemukan hasil akhir.
2) Peserta didik memahami mata pelajaran dengan benar karena dia sendiri memiliki pengalaman untuk menemukannya.
3) Peserta didik memperoleh pengetahuan melalui pembelajaran penemuan lebih mampu mentransfer pengetahuan mereka ke konteks yang berbeda.
4) Pembelajaran ini melatih peserta didik untuk lebih banyak belajar sendiri.

d. Kekurangan Model *Discovery Learning*

1) Masalah sering luput dari perhatian dan timbul kesalahpahaman antara guru dan peserta didik.
2) Tidak berlaku untuk semua mata pelajaran.
3) Kemampuan berpikir rasional peserta didik masih terbatas.

Sehingga didapatkan dari langkah-langkah dan kelebihan model *discovery learning* dapat membantu peserta didik untuk berpikir kritis yaitu peserta didik diharapkan mampu mengatasi permasalahan yang ada secara sistemastis. Kemudian model pembelajaran *discovery learning* ini melatih peserta didik untuk belajar secara mandiri.

---

[23] Limala Ratni Sri Kharismawati, dkk...,hal.21-23

4. *PhET Simulation*

a. Pengertian *PhET Simulation*

PhET (Physic Education Technology) simulations interactive ialah media pembelajaran yang dikembangkan oleh Universitas Colorado dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi. *PhET* dapat membantu membangun pemahaman peserta didik dikarenakan *PhET* mampu menampilkan gambaran secara interaktif yang tidak tampak oleh mata telanjang.[24]

Dengan menggunakan *PhET Simulation* peserta didik dapat melakukan praktikum secara virtual sehingga dalam proses pembelajaran dapat membantu peserta didik dalam memahami materi fisika dikarenakan peserta didik dapat melakukan praktikum secara virtual. *PhET Simulation* ini memiliki kelebihan salah satunya ialah terdapat pada tampilan yang menarik sehingga membuat peserta didik berminat untuk menggunakannya. Dalam *PhET Simulation* terdapat alat ukur seperti mistar, volmeter, *stop-watch* dan thermometer, sehingga bisa membuat peserta didik melakukan praktikum secara virtual dengan begitu dapat mengembangkan keterampilan proses ilmiah mereka.[25] Dan dengan *PhET Simulation* peserta didik dapat belajar sambil bermain sehingga tidak membuat peserta didik menjadi bosan dalam pembelajaran dikarenakan di dalam *PhET Simulation* terdapat tampil yang menarik dan membuat peserta didik menjadi semangat dalam belajar.

---

[24] Rizky Nafaida, A. Halim, dan Syamsul Rizal. Pengembangan modul berbasis PhET untuk meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa pada materi pembiasan cahaya. *Jurnal Pendidikan sains Indonesia*. Vol. 03, No.01. 2015.h.182

[25] Dewi Armitha Basri, Bunga Dara Amin dan Ahmad Yani. Implementasi simulasi PhET Simulasi *(Physics Education Technolog*y) dan KIT IPA terhadap keterampilan proses sains peserta didik SMA Negeri 6 Pinrang. *Jurnal sains dan Pendidikan fisika*. Jilid 15, No. 3. 2019. h. 33

b. Manfaat PhET Simulation

PhET Simulation memiliki manfaat yaitu:

1) Membutuhkan keterlibatan dan interaksi dengan peserta didik
2) Memberi *feedback* yang dinamis
3) Mendidik peserta dididk agar memiliki pola berfikir konstruktivisme
4) Menciptakan suasana belajar yang menarik dikarenakan peserta didik dapat belajar sambil bermain melalui simulasi
5) Mampu menvisualisasikan konsep-konsep fisika.[26]

PhET Simulation ini dapat digunakan untuk sebagai peggantikan laboratorium sehingga dengan adanya *PhET Simulation* ini praktikum bisa berjalan dengan baik secara virtual dikarenakan banyak alat yang terbatas dan di dalam materi fisika tidak semua dapat dipraktikumkan secara langsung dikarenakan ada sebagian materi fisika yang bersifat abstrak. Didalam *PhET Simulation* ini berisi tentang simulasi dalam pembelajran IPA termasuk fisika.

5. Gelombang Bunyi

a. Pengertian Gelombang

Gelombang adalah proses perambatan getaran di mana tidak ada media yang ditransfer, hanya energi yang ditransfer. Jika dibayangkan gerakan gelombang, sekilas partikel-partikel yang dilalui gelombang juga bergerak searah dengan gerakan gelombang. Kenyataannya tidak demikian. Partikel yang dilalui gelombang hanya naik dan turun di sekitar titik kesetimbangannya. Jadi gelombang tidak memindahkan partikel dalam perjalanannya, melainkan mentransfer energi dari satu tempat ke tempat lain.

---

[26] Enna Marti Eka Putri, Irwan Koto dan Desy Hanisa Putri. Peningkatan Keterampilan proses sains dan penguasaan konsep gelombang cahaya dengan penerapan model inkuiri berbantuan simulasi PhET di kelas XI MIPA SMAN 2 Kota Bengkulu. *Jurnal kumparan Fisika.* Vol. 1, No. 2.2018. h. 48

1) Periode dan Frekuensi Gelombang

Periode gelombang adalah waktu yang diperlukan untuk menempuh satu panjang gelombang. Frekuensi gelombang adalah jumlah gelombang yang melewati suatu titik setiap sekon. Hubungan frekuensi dan periode:

$$f = \frac{1}{T}$$

Keterangan : f= frekuensi (Hz)
T = periode (s)

b. Pengertian Gelombang Bunyi

Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang dapat merambat dalam medium padat, cair, dan gas. Bunyi berasal dari sebuah getaran. Gelombang bunyi dibagi menjadi tiga kategori:

a). Gelombang infrasonik dengan frekuensi <20 Hz.

b). Gelombang audiosonik dengan frekuensi 20-20.000 Hz.

c). Gelombang ultrasonik dengan frekuensi >20.000 Hz.[27]

Cepat rambat bunyi tergantung pada sifat-sifat medium rambat, maka bunyi mempunyai cepat rambat yang dipengaruhi oleh dua faktor yaitu :

a) Kerapatan partikel medium yang dilalui bunyi. Semakin rapat susunan partikel medium maka semakin cepat bunyi merambat.

b) Suhu medium, semakin panas suhu medium yang dilalui maka semakin cepat bunyi merambat.

Cepat rambat bunyi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$v = \lambda f$$

[27] Sarwadi, "Fisika SMA/MA", 2015, Yogyakarta : Literindo. hal. 243

v = cepat rambat bunyi (m/s)
λ = panjang gelombang bunyi (m)
f = frekuensi bunyi (s)

Cepat rambat bunyi tergantung pada mediumnya :

(1) Cepat rambat bunyi di dalam medium padat

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

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

(2) Cepat rambat bunyi di dalam zat cair

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

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

(3) Cepat rambat bunyi di dalam medium gas

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

v = cepat rambat bunyi (m/s)
γ = tetapan Laplace
R = tetapan umum gas = 8.300 ($J/mol.K$)
T = suhu mutlak (K)
Mr = massa molekul gas (kg/mol)[28]

c. Sumber-sumber Bunyi

Berikut terdapat nada-nada yang dihasilkan dari sumber-sumber bunyi:

1) Senar atau Dawai

Gitar merupakan alat musik yang menggunakan dawai sebagai sumber bunyinya. Gitar dapat menghasilkan bunyi dengan nada-nada yang berbeda, dengan menekan bagian tertentu pada senar saat dipetik, nada yang dihasilkan

[28] Issi Annisa, "Modul Fisika Kelas XI KD 3.11 Alat Optik Fisika XI",2020, *Modul Fisika*. hal 9-10.

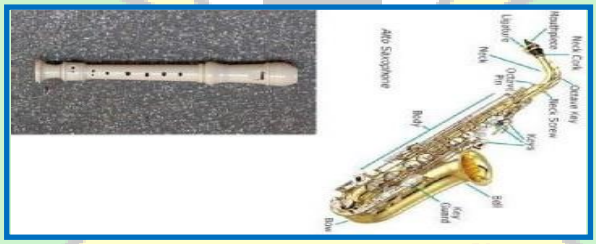
dengan pola paling sederhana disebut dengan nada dasar kemudian secara berturut-turut pada gelombang yang terbentuk akan menghasilkan nada atas ke-1, nada atas ke-2, nada atas ke-3, nada atas ke-4 dan nada atas seterusnya.

Gambar 2.1. Orang Bermain Gitar[29]

2) Pipa Organa

Pipa organa merupakan salah satu elemen penghasil suara yang menggunakan kolom udara sebagai sumbernya. Pipa organa mengeluarkan nada (resonansi) pada nada tertentu ketika adanya aliran udara yang ditiupkan pada tekanan tertentu contohnya pada seruling, terompet dan lain-lain.

Gambar 2.2. Alat Musik Seruling[30]



a) Pipa Organa Terbuka

Pipa organa terbuka adalah sebuah kolom udara yang kedua ujung penampangnya terbuka. Apabila pipa organa terbuka kita tiup, udara yang ada di dalam pipa organa itu membentuk pola gelombang stasioner. Pada ujung yang terbuka dari pipa organa selalu terjadi perut. Berbeda dengan dawai yang

[29] Issi Annisa...,hal.10

[30] Issi Annisa...,hal.12

pada kedua ujungnya selalu terjadi simpul. Namun hubungan panjang L terhadap panjang gelombang λ pada pipa organa terbuka sama dengan pada dawai. Frekuensi nada atas ke-n pada pipa organa terbuka dapat ditentukan dengan rumus:

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

Perbandingan frekuensi nada-nada yang dihasilkan oleh sumber bunyi pipa organa terbuka dengan frekuensi nada dasarnya merupakan bilangan bulat dengan perbandingan:

$$f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 2 : 3$$

Gambar 2.3. Pipa Organa Terbuka[31]

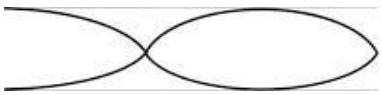
b). Pipa Organa Tertutup

Pipa organa tertutup adalah sebuah kolom udara yang salah satu ujungnya tertutup dan ujung lainnya terbuka. Frekuensi nada atas ke-n pada pipa organa tertutup dapat ditentukan dengan rumus :

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

Perbandingan frekuensi nada-nada yang dihasilkan oleh sumber bunyi berupa pipa organa tertutup dengan frekuensi nada dasarnya :

$$f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 2 : 3$$



Gambar 2.4. Pipa Organa Tertutup[32]

[31] Issi Annisa...,hal.13

[32] Issi Annisa...,hal.14

d. Intensitas Bunyi dan Taraf Intensitas Bunyi

Bunyi tidak mendengar dengan jelas karena berada agak jauh dari sumber bunyi. Sebaliknya, jika dekat dengan sumber suara atau bunyi, tentu akan terdengar jelas, bahkan terkadang memekakkan telinga itulah yang disebut intensitas bunyi.

a) Intensitas Bunyi

Intensitas adalah besaran untuk mengukur kenyaringan bunyi. Intensitas bunyi yaitu energi bunyi yang tiap detik (daya bunyi) yang menembus bidang setiap satuan luas permukaan secara tegak lurus.[33]

Rumus Intensitas bunyi di suatu titik oleh beberapa sumber bunyi :

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

Keterangan:
I = intensitas bunyi (W/m^2)
P = energi tiap waktu atau daya (W)
A = luas permukaan (m^2)[34]

b) Taraf Intensitas Bunyi

Taraf intensitas bunyi adalah logaritma perbandingan antara intensitas bunyi dengan intensitas ambang pendengaran. Intesitas sebesar $10^{-12} W/m^2$ dinamakan intensitas ambang pendengaran, yaitu intensitas bunyi terkecil yang masih bisa didengar oleh telinga manusia. Sementara itu, Intensitas bunyi sebesar $1\, W/m^2$ dinamakan intensitas ambang perasaan, yaitu intensitas bunyi terbesar yang masih dapat didengar oleh telinga manusia tanpa rasa sakit.

---

[33] Marthen Kanginan. 2017. *Fisika Kelas 2 SMA/MA*. Jakarta: Erlangga

[34] Issi Annisa...,hal.15

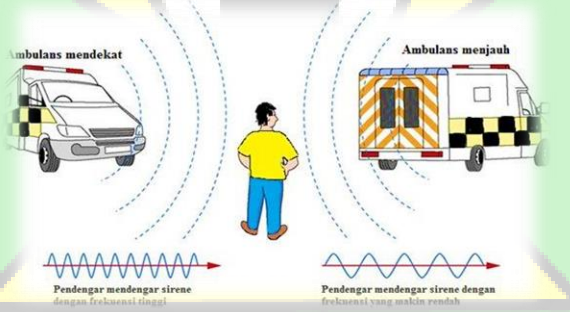
Berikut persamaan taraf intensitas bunyi:

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

Keterangan :
TI = taraf intensitas bunyi (dB decibel)
I = intensitas bunyi (W/m^2)
I_0 = intensitas ambang pendengaran ($I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$)[35]

e. Efek Doppler

Efek Doppler adalah peristiwa naik atau turunnya frekuensi gelombang bunyi yang terdengar penerima bunyi ketika sumber bunyi bergerak mendekat atau menjauh. Contoh efek doppler yaitu suara sirine ambulance pada saat sumber suara diam, kedua penerima mendengar besar frekuensi yang sama. Saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya.



Gambar 2.5. Bunyi Sirine Ambulance.[36]

[35] Dauglas C. Giancoli. 2014. *Fisika*. Jakarta: Erlangga. hal.413

[36] *https://www.studiobelajar.com/efek-doppler/*

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan atau *Research and Development (R&D).* Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.[37] Dalam bidang pendidikan biasanya menghasilkan produk yang diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pendidikan, yaitu lulusan yang jumlahnya banyak, berkualitas, dan relevan dengan kebutuhan.

Model pengembangan perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu model Alessi dan Trollip yang terdiri dari tahap *planning*, tahap *design*, tahap *development* untuk menghasilkan sebuah produk.[38] Penggunaan model ini dipilih karena cocok digunakan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran.

B. Langkah-Langkah Penelitian

Terdapat tiga langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengembangan berdasarkan model Alessi&Trollip, yaitu:

1. **Perencanaan *(planning)***

   Tahap perencanaan merupakan langkah awal yang dilakukan oleh peneliti untuk menetapkan tujuan dan produk yang akan dihasilkan. Dalam

[37] Sugiyono. 2019. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung. Alfabeta. hal.753

[38] Ahmad Ahmad, Kenti Yuliana, dan M. Rizki Zulkarnain. 2019. "Pengembangan Media Belajar Berbasis Desktop Untuk Mengenal Kearifan Lokal Dan Destinasi Wisata Kalimantan Selatan," *Lentera: Jurnal Pendidikan*. vol 14, no. 1 hal.13–23.

kerangka perencanaan Alessi dan Trollip, tahapan yang peneliti yaitu sebagai berikut:

a. Menentukan ruang lingkup kajian *(Define the scope)*

Langkah pertama dalam perencanaan adalah memastikan pemahaman yang jelas tentang ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan.[39] Pada tahap ini, peneliti menetapkan lokasi penelitian, tujuan pengembangan produk bahan ajar berupa *e-modul*, selanjutnya menetapkan model pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation*, menetapkan hasil yang ingin dicapai dari produk tersebut, mengatur cakupan materi yang akan digunakan yaitu gelombang bunyi, serta menentukan target pengguna yang akan menjadi sasaran penelitian yaitu peserta didik dan guru.

b. Mengidentifikasi karakteristik peserta didik *(Identify learner characteristics)*

Salah satu metode yang efektif untuk memastikan pemahaman yang baik tentang peserta didik adalah dengan membuat dokumen yang secara detail menggambarkan kebutuhan peserta didik untuk merumuskan tujuan pembelajaran dan pengajaran yang sesuai.[40] Tahap ini melibatkan identifikasi karakteristik peserta didik yang akan menjadi pengguna media pembelajaran dengan cara menyebarkan angket analisis kebutuhan peserta didik, wawancara dan diskusi terbuka dengan guru.

---

[39] Alessi, S. M. & Trollip, S. R. (2001). *Multimedia for Learning: Methods and Development.* USA: Allyn and Bacon. hal.437

[40] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.439

c. Menetapkan kendala *(Establish the constraints)*

Tahapan ini mencapai pemahaman menyeluruh tentang komputer, jaringan, dan elemen lainnya yang terlibat dalam lingkungan program. Ada aspek yang terkait dengan perangkat lunak, yang umumnya difokuskan pada sistem operasi.[41] Pada penelitian ini, selain *Microsoft Office* peneliti membutuhkan *website* berupa *PhET Simulation* sebagai pengganti praktikum nyata menjadi *online* sehingga ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk menjalankan praktikum secara *online* yaitu harus *login* menggunakan *e-mail* kemudian mencari judul praktikum yang akan dipraktikumkan. Selanjutnya peneliti menggunakan aplikasi *CapCut* untuk mengedit video. Peneliti juga menggunakan aplikasi berupa *Flip PDF Corporate Edition* untuk menghasilkan produk dari file PDF menjadi media elektronik.

d. Membuat gaya manual *(Produce a style manual)*

Tahap ini pentingnya standar yang harus diterapkan dalam proyek. Standar selalu memiliki nilai penting yang harus diingat dan diikuti secara konsisten. Merancang dan membangun sesuai dengan standar membantu memastikan tingkat kualitas yang tinggi.[42] Manual gaya sebagai pedoman mengenai penggunaan tata bahasa yang tepat, penggunaan tanda baca, penggunaan huruf kapital, penggunaan kata baku, suara dan gambar.

[41] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.442

[42] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.466

e. Menentukan dan mengumpulkan sumber-sumber *(Determine and collect resources)*

Salah satu komponen penting dalam proses perencanaan adalah mengumpulkan semua sumber daya yang dibutuhkan selama berlangsungnya proyek.[43] Pada tahap ini, peneliti menentukan dan mengumpulkan semua sumber daya yang diperlukan selama proses pengembangan. Penelitian ini akan menggembangkan sebuah *e-modul* yang didesain untuk memanfaatkan model pembelajaran berbasis *discovery learning* dengan berbantuan *PhET Simulation* yang berfokus pada materi gelombang bunyi. Peneliti mengunakan *Microsoft Word* dan aplikasi berupa *Flip PDF Corporate Edition* untuk menghasilkan media dalam bentuk elektronik. Tujuan utama dari produk ini adalah untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang interaktif dan mendalam bagi peserta didik dan guru.

f. *Brainstorming* dengan guru mata pelajaran

Brainstorming adalah proses mengembangkan ide-ide tentang suatu subjek tanpa mempertimbangkan kegunaan ide tersebut. Dalam perencanaan ini adalah proses berharga yang sering dilakukan saat persiapan awal produk.[44] Tahap *brainstorming* dilakukan dengan wawancara terbuka dengan guru mata pelajaran fiska tanpa menggunakan lembar observasi. Ide-ide yang dihasilkan dari sesi *brainstorming* ini

[43] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.467

[44] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.469

menjadi dasar untuk merancang dan mengembangkan media pembelajaran yang lebih relevan dan efektif.

2. Desain *(design)*

Pentingnya dokumen desain yang baik dan memperkenalkan beberapa langkah untuk merancang konten dan menghasilkan dokumen desain yang efektif dalam menyampaikan semua detail yang diperlukan untuk mencapai kesuksesan dalam menyelesaikan proyek.[45] Tahap desain *(design)* merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengakomodasi pendekatan kreatif dalam suatu proyek. Dokumen desain yang baik menjadi penting dan memperkenalkan beberapa prosedur untuk merancang, mengatur konten, dan menghasilkan dokumen desain yang dapat dikomunikasikan secara efektif mengenai semua detail kebutuhan dalam menyelesaikan proyek media. Dalam kerangka Alessi dan Trollip langkah yang peneliti lakukan pada tahap desain, yaitu:

a. Mengembangkan ide *(Develop initial content ideas)*

Langkah ini melibatkan pengembangan ide awal mengenai konten dan bagaimana membantu orang lain dalam mempelajarinya. Terdapat dua tahap dalam pengembangan ide awal ini, yaitu: 1) mencari solusi terhadap masalah konten dan pendekatan pembelajaran, dan 2) mengeliminasi beberapa ide awal. Selanjutnya, dilakukan pemilihan ide awal untuk diarahkan ke konsep yang lebih luas pada program media akhir. Pada langkah ini juga dilakukan proses untuk menghasilkan dokumen desain

[45] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.482

yang mencakup semua informasi yang diperlukan untuk pengembangan proyek media. Selain itu, dimulai pula perancangan tampilan antarmuka *(interface)* dan desain konten. Tampilan antarmuka mencakup elemen-elemen dasar, teknik navigasi, ukuran dan warna huruf, resolusi dan lain sebagainya.[46] Proses pengembangan *e-modul* pembelajaran yaitu menggunakan *Microsoft Word* untuk menulis teks kemudian mengatur *header* dan *footer* dengan menambahkan gambar yang didownload melalui *website Pngtree* untuk memperindah tampilan e-modul. Selanjutnya, pada bagian lembar kerja peserta didik menggunakan berbatuan *PhET Simulation* sebagai pengganti praktikum nyata. Kemudian aplikasi *CapCut* untuk membuat video. Untuk menghasilkan media pembelajaran dalam bentuk elektronik peneliti menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* untuk menambahkan video dan audio agar lebih menarik.

b. Melakukan Analisis Tugas dan Konsep *(Conduct task and concept analyses)*

Sebagian besar bahan pelajaran mendapat keuntungan dari pemeriksaan tugas dan konsep atau bahkan keduanya. Pada umumnya fokus pada pemahaman peserta didik terhadap materi tertentu, yang membuat analisis konsep sangat bermanfaat.[47] Langkah analisis tugas ini untuk mengatur materi secara sistematis dengan membuat peta konsep. Hal ini bertujuan agar *e-modul* pembelajaran menjadi dipahami dengan mudah oleh peserta didik. Selain itu, dalam analisis konsep lebih

[46] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.487

[47] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.492

difokuskan pada cara merancang dan mengatur informasi yang ada dalam *e-modul* pembelajaran agar lebih mudah dipahami oleh peserta didik.

c. Menyiapkan prototipe *(Prepare a prototype)*

Membuat prototipe merupakan alat yang efektif untuk berkolaborasi dan menyampaikan konsep. Prototipe adalah representasi awal tentang bagaimana suatu program mungkin tampak dan berperilaku.[48] Prototipe ini bertujuan untuk memudahkan peneliti untuk menghasilkan suatu produk. Pada tahapan ini peneliti membuat rancangan produk berdasarkan analisis ide yang dilakukan, membuat gaya manual pada produk, *brainstorming* dengan guru mata pelajaran sampai dengan mengembangkan ide sehingga menghasilkan sebuah produk.

d. Membuat *flowchart* dan *storyboard*

Flowchart (diagram alur) adalah representasi visual yang memberikan gambaran keseluruhan mengenai struktur dan urutan proses. *Storyboard* adalah perincian yang menunjukkan apa yang akan dilihat peserta didik dengan lebih rinci. Diagram alur digunakan untuk memberikan gambaran keseluruhan, sedangkan *storyboard* digunakan untuk memberikan detail visual.[49] Pada tahapan ini peneliti membuat skema yang ada pada produk mulai dari tampilan awal hingga selesai.

---

[48] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.502

[49] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.503

3. **Pengembangan *(developmet)***

Penerapan desain proyek yang disebut sebagai pengembangan, melibatkan semua kegiatan pemrograman komputer yang diperlukan untuk membuat program secara keseluruhan dapat berfungsi. Ini meliputi produksi materi grafis, audio, dan video, serta pengembangan bahan pendukung seperti petunjuk atau manual, bahan tambahan, serta panduan dan instruktur.[50] Dalam kerangka Alessi dan Trollip, terdapat tujuh langkah yang dilakukan peneliti pada tahap pengembangan, yaitu sebagai berikut:

a. Mempersiakan teks *(Prepare the text)*

Tahap ini untuk menciptakan materi teks adalah dengan menggunakan perangkat pengolah kata.[51] Pada tahap ini menggunakan aplikasi *Microsoft Word.*

b. Menuliskan kode *(Write program code)*

Mengembangkan kode produk, yang secara konvensional dikenal sebagai pemrograman, melibatkan berbagai pendekatan untuk menerapkan konten ke dalam komputer.[52] Tahapan ini yaitu memvariasikan jenis huruf ketika membuat teks, animasi, gambar, audio, video dan warna yang digunakan agar lebih mudah dipahami dan lebih menarik.

---

[50] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.528

[51] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.534

[52] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.534

c. Menghasilkan grafik *(Create the graphics)*

Sangat penting bagi perencanaan untuk memastikan bahwa semua grafik dalam program memiliki tingkat kekayaan dan karakter yang konsisten.[53] Pada penelitian ini grafik yang dihasilkan menggunakan *PhET Simulation* sehingga akan menghasilkan grafik yang akurat dan menarik tanpa perlu membuat grafik secara manual.

d. Menghasilkan audio dan video *(Produce audio and video)*

Video merupakan sarana yang efektif dalam pembelajaran dan pengajaran. Tidak mudah untuk menggambarkan perilaku manusia dalam situasi antarpribadi tanpa menggunakan video. Memasukkan audio dalam program multimedia juga memiliki banyak keuntungan yaitu dapat memberikan akses ke materi yang sebelumnya tidak dapat dijangkau.[54] Pada tahap ini peneliti membuat audio dan video secara menggunakan aplikasi *CapCut* dan juga menggunakan *software* berupa *PhET Simualtion* dan *YouTube* sebagai penghasil audio dan video dalam pembelajaran.

e. Menggabungkan bagian *(Assemble the pieces)*

Ketika semua komponen program telah diproduksi, langkah selanjutnya adalah menyusunnya. Proses ini biasanya terjadi secara berkelanjutan ketika setiap item menjadi tersedia, daripada menunggu semuanya selesai secara keseluruhan.[55] Bagian-bagian yang telah dibuat mulai dari komponen teks, gambar dan video digabungkan menjadi sebuah

---

[53] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.536

[54] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.538-539

[55] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.541

e-modul. *E-modul* yang telah dirancang kemudian dikembangkan dengan berbantuan *PhET Simulation* agar lebih menarik.

f. Uji Alfa *(alpha test)*

Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang mungkin timbul sebanyak mungkin. Pengujian alfa harus menjadi proses formal yang melibatkan prosedur yang jelas, tujuan yang ditetapkan, dan jalur komunikasi yang terdefinisi dengan baik.[56] *E-modul* pembelajaran yang telah selesai dikembangkan akan diuji oleh ahli materi dan ahli media dalam proses yang disebut uji alfa. Uji alfa adalah proses validasi untuk menilai kualitas dan kelayakan *e-modul* pembelajaran yang telah dikembangkan. Hasil dari lembar validasi ini akan digunakan sebagai referensi untuk merevisi *e-modul* dan materi sebanyak 6 orang yaitu 3 validator ahli media dan 3 validator ahli materi. Setelah *e-modul* pembelajaran divalidasi, maka siap untuk dilakukan uji beta.

g. Uji Beta *(Beta Test)*

Pengujian beta merupakan tahap pengujian produk akhir. Pengujian beta dilakukan sebagai proses formal dengan prosedur yang jelas tentang langkah-langkah yang harus diambil dan apa yang harus diamati.[57] Pada tahap uji beta ini yaitu dengan cara membagikan lembar validasi pengguna kepada peserta didik dan guru mata pelajaran fisika dengan tujuan dari uji beta ini adalah untuk menghasilkan *e-modul*

[56] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.548

[57] Alessi, S. M. & Trollip...,hal.550

pembelajaran berbantuan *PhET Simulation* yang dapat membantu peserta didik dalam memahami materi tentang gelombang bunyi di SMA/MA.

C. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen penelitian adalah elemen yang sangat penting dalam penelitian. Kualitas instrumen penelitian akan berdampak langsung pada kualitas data yang dihasilkan. Data yang baik akan mengarah pada kesimpulan penelitian yang akurat dan valid.[58] Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar validasi yang diberikan kepada validator. Lembar validasi tersebut digunakan untuk mengevaluasi kelayakan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA. Pada lembar validasi tersebut, para ahli diberi kesempatan untuk memberikan kritik dan masukan terhadap *e-modul* tersebut, sehingga peneliti dapat melakukan perbaikan atau revisi yang diperlukan untuk memastikan bahwa *e-modul* tersebut memenuhi kriteria dan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Adapun instrumen ini akan divalidasi oleh:

a) Validasi oleh ahli media
b) Validasi oleh ahli materi
c) Validasi oleh pengguna

D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan alat yang digunakan untuk mendapatkan informasi atau data di lapangan.[59] Teknik pengumpulan data yang digunakan

---

[58] Purwanto. 2018. *Teknik Penyusunan Instrumen Uji Validitas Dan Tealiabilitasi Untuk Penelitian Ekonomi Syariah* : *Staiapress*. hal.26

[59] Syafrida Hafni Sahir. 2022. *Metodologi Penelitian.* Yogyakarta : KBM Indonesia. hal.45

dalam penelitian ini untuk menilai kelayakan *e-modul* adalah dengan menggunakan angket berupa lembar validasi. Peneliti membagikan lembar validasi kepada validator yaitu ahli media, ahli materi dan pengguna dengan menggunakan skala likert. Kemudian validator memberikan penilaian terhadap bahan ajar *e-modul* dengan memberi tanda *chek list* pada baris dan kolom yang sesuai, menuliskan hal-hal kritikan dan revisi jika terdapat kekurangan pada bagian saran atau dapat langsung menulis di naskah bahan ajar *e-modul*.

1. Validasi ahli media

   Validasi ahli media dilakukan oleh tiga dosen dari UIN Ar-Raniry yang memiliki keahlian di bidang teknologi. Tujuan dari validasi ini adalah untuk mengevaluasi kelayakan media pembelajaran berdasarkan aspek tampilan dan program yang digunakan.

2. Validasi ahli materi

   Validasi ahli materi dilakukan oleh tiga dosen dari Program Studi Pendidikan Fisika UIN Ar-Raniry. Tujuan dari validasi ini adalah untuk mengumpulkan data dari para pengguna dan menilai apakah materi pembelajaran tersebut layak digunakan dalam proses pembelajaran.

3. Validasi oleh pengguna

   Pada penelitian ini, lembar validasi yang digunakan adalah berupa angket yang digunakan untuk mengumpulkan respon atau pandangan dari peserta didik dan guru. Tujuan dari penggunaan angket ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana produk yang telah dikembangkan dapat digunakan dengan layak.

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini diperoleh dari pengujian pengembangan produk yaitu berupa data kuantitatif dan kualitatif. Analisis dari validator bersifat deskriptif kualitatif berupa masukan-masukan dan kritikan, sedangkan data yang digunakan pada validasi bahan ajar merupakan data kuantitatif. Data yang digunakan dalam validasi pengembangan *e-modul* adalah data kuantitatif yang menggunakan ukuran penilaian validator, yang terdiri dari:

Tabel 3.1. Ukuran Penilaian Validator[60]

Kategori	Nilai
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Ragu-ragu	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Untuk menghitung nilai dari lembar validasi tersebut dengan menggunakan nilai yang terdapat dalam tabel di atas, kita dapat menggunakan rumus yang telah ditetapkan, yaitu:

$$ST = Sti \times J \times N$$

Dengan:

ST = Skor tertinggi

Sti = Skor tertinggi dari jawaban yang bernilai 5

J = Jumlah butir soal

N = Jumlah banyaknya responden

[60] Syahrum dan Salim. 2012. *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Bandung : Citapustaka Media. hal.150

Persentase kelayakan, yang dilambangkan dengan K dihitung menggunakan rumus berikut, yaitu:

$$K = \frac{S}{ST} \times 100\%$$

Dimana K merupakan kategori kelayakan. S adalah skor yang diperoleh dari hasil pengamatan atau pengukuran yang dilakukan oleh validator. Sementara itu, ST adalah skor tertinggi.

Setelah menghitung data menggunakan rumus persentase, kriteria penilaian kelayakan *e-modul* tersebut diperoleh sebagai berikut:

Tabel 3.2. Persentase Kriteria Kelayakan[61]

Persentase	Kategori
0%-20%	Tidak Layak
21%-40%	Kurang Layak
41%-60%	Cukup Layak
61%-80%	Layak
81%-100%	Sangat Layak

[61] Riduwan dan Kuncoro. 2011. *Cara Menggunakan dan Memaknai Path Analysis (Analisis Jalur).* Bandung: Alfabeta. hal 54-55. Dikutip dari Purwanto. 2018. "*Teknik Penyusunan Instrumen Uji Validitas dan Reabilitas untuk Penelitian Ekonomi Syariah"*. Magelang: StaiaPress. hal. 53-55.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian

1. Desain *E-Modul* Pembelajaran

Hasil penelitian ini adalah pengembangan produk modul pembelajaran dalam bentuk elektronik yang berfokus pada materi gelombang bunyi. Tujuan utama pada pengembangan produk ini adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih baik kepada peserta didik mengenai materi gelombang bunyi. Modul ini juga dirancang sebagai sebuah alat digital yang bisa digunakan oleh guru dan peserta didik dalam jangka waktu yang lama. Fleksibilitas *e-modul* ini memungkinkan penggunaannya di mana saja untuk revisi dan penguatan pemahaman materi gelombang bunyi. Pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *PhET Simulation* ini mengikuti model yang telah dikembangkan oleh Alessi dan Trollip, yang terdiri dari 3 tahapan sebagai berikut:

1) Tahap perencanaan *(planning)*

Pada tahap perencanaan ini terdapat enam langkah yang dilakukan oleh peneliti, yaitu:

a. Menentukan ruang lingkup kajian *(Define the scope)*

Pada penentuan ruang lingkup kajian peneliti melakukan observasi awal di SMA Muhammadiyah 9 Kualuh Hulu Provinsi Sumatera Utara. Proses observasi awal menyebarkan angket analisis untuk menilai kebutuhan dan kesulitan peserta didik kelas XI terkait materi pembelajaran. Selain itu peneliti juga melibatkan wawancara terbuka

dengan guru mata pelajaran fisika untuk mendapatkan wawasan tentang kegiatan belajar mengajar dan kesulitan yang dialami peserta didik selama proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil analisis angket kebutuhan didapatkan bahan ajar *e-modul* dalam pembelajaran dan materi yang sulit yaitu materi gelombang bunyi dengan persentase sebesar 26,86%. Dapat disimpulkan bahwa peserta didik merasa kesulitan dalam memahami konsep dan makna dari persamaan fisika sehingga timbul rasa takut dan enggan untuk bertanya. Hasil wawancara terbuka dengan guru mata pelajaran fisika juga mengonfirmasi bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi gelombang bunyi karena konsepnya sulit dimengerti dan pembahasan materi terbatas oleh waktu dan fasilitas laboratorium yang kurang memadai. Selanjutnya untuk membuat peserta didik lebih aktif di dalam kelas maka peneliti tertarik menggunakan model pembelajaran dalam pengembangan produk ini yaitu dengan berbasis model pembelajaran *discovery learning*. Kemudian untuk lebih meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi gelombang bunyi maka penelitian ini menggunakan berbantuan berupa *PhET Simulation*.

Berdasarkan analisis ini, peneliti memutuskan untuk mengembangkan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* dengan berbantuan *PhET Simulation* yang berfokus pada materi gelombang bunyi. Alasan pengembangan *e-modul* pembelajaran ini diharapkan dapat menyediakan metode pembelajaran yang lebih lengkap

dan membantu peserta didik memahami konsep fisika dengan lebih baik. Selain itu, *e-modul* pembelajaran ini memungkinkan peserta didik untuk mempelajari materi kapan saja dan di mana saja karena tidak terikat oleh batasan ruang dan waktu.

b. Mengidentifikasi karakteristik peserta didik *(Identify learner characteristics)*

Identifikasi peserta didik dapat dilakukan dengan menyebarkan angket kebutuhan kepada peserta didik. Berdasarkan hasil angket kebutuhan dan diskusi terbuka dengan guru yang dilakukan oleh peneliti, didapati bahwa selama proses pembelajaran fisika, peserta didik hanya mengandalkan buku paket yang diberikan oleh sekolah. Mereka membuat ringkasan sendiri dari materi yang akan dipelajari, dan kemudian guru menjelaskannya. Dalam penyampaian konsep fisika, guru jarang menggunakan berbagai media pembelajaran untuk membantu peserta didik memahami konsep fisika secara lebih baik, karena penggunaan media pembelajaran tidak beragam. Guru cenderung lebih sering menjelaskan materi hanya dengan menggunakan buku paket.

Hasil angket kesulitan peserta didik juga mengungkapkan bahwa alasan mereka memilih materi gelombang bunyi adalah karena mereka tidak memiliki pemahaman yang cukup mengenai cakupan dan rincian dari materi ini. Materi ini tidak dibahas secara menyeluruh selama proses pembelajaran. Guru hanya memberikan gambaran umum tentang materi gelombang bunyi tanpa melakukan kegiatan praktikum secara nyata,

sehingga peserta didik hanya bisa membayangkan tanpa benar-benar memahami isinya. Oleh karena itu, adanya *e-modul* pembelajaran yang mencakup materi gelombang bunyi diharapkan akan sangat membantu peserta didik untuk memahami konsep dan persamaan yang terdapat dalam materi gelombang bunyi.

c. Menetapkan kendala *(Establish the constraints)*

Kendala dalam penelitian ini yaitu peneliti membutuhkan beberapa aplikasi dan *software* untuk menghasilkan *e-modul* pembelajaran. Peneliti menggunakan *Microsoft Office* untuk membuat *e-modul* pembelajaran, kemudian untuk menggantikan praktikum nyata dengan menggunakan *PhET Simulation* yang merupakan simulasi *online*. Ini melibatkan beberapa langkah, seperti login dengan alamat *e-mail*, mencari judul praktikum yang ingin dilakukan. Peneliti juga membutuhkan aplikasi *CapCut* dalam mengedit video. Selain itu, peneliti juga menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* untuk mengubah produk dari file PDF menjadi format media elektronik dan harus dengan versi yang terbaru agar bisa *publish online*. Selanjutnya pemilihan *PhET Simulation* kurang tepat untuk materi gelombang bunyi karena fiturnya terbatas sehingga hanya bisa melakukan percobaan tertentu. Kemudian dalam hal perangkat keras yang digunakan, penelitian ini dibatasi pada penggunaan komputer atau laptop, *proyektor LCD*, dan speaker. Selain itu kendala dalam pengembangan *e-modul* ini yaitu pada jaringan yang tidak stabil.

d. Membuat gaya manual *(Produce a style manual)*

Pada tahap ini peneliti menyusun panduan tata bahasa yang tepat untuk memastikan teks lebih mudah dipahami oleh pembaca. Hal ini mencakup penggunaan tanda baca yang tidak menimbulkan kesalahpahaman, penggunaan huruf kapital yang sesuai di awal kalimat, pemakaian kata baku, serta penyisipan elemen suara dan gambar agar teks menjadi lebih menarik.

e. Menentukan dan mengumpulkan sumber-sumber *(Determine and collect resources)*

Tahap ini peneliti mengumpulkan semua sumber dan bahan yang relevan dengan materi yang diperlukan selama proses pengembangan. Sumber dan bahan yang dikumpulkan termasuk buku-buku yang berkaitan dengan materi pembelajaran, perangkat komputer atau laptop, speaker, serta *LCD proyektor*. Sementara itu untuk menghasilkan *e-modul* pembelajaran membutuhkan *Microsoft Office*, kemudian membutuhkan aplikasi *CapCut*, *software* berupa *PhET Simulation* untuk menggantikan praktikum nyata dan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* untuk menghasilkan modul dalam bentuk elektronik.

f. *Brainstorming* dengan guru mata pelajaran

Sesi brainstorming dengan guru mata pelajaran bertujuan untuk menghasilkan solusi penyelesaian masalah melalui wawancara dan diskusi terbuka dengan guru dan pemanfaatan hasil angket. Hasil dari diskusi dengan guru adalah pengembangan sebuah bahan ajar dengan berbantuan

PhET Simulation yang akan membantu peserta didik memahami konsep gelombang bunyi dengan model pembelajaran yang sesuai. Solusi tersebut berupa *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* dan menggunakan bantuan *PhET Simulation*.

2. Desain *(design)*

Pada tahapan ini peneliti melakukan empat langkah tahapan Alessi dan Trollip, yaitu:

a. Mengembangkan ide *(Develop initial content ideas)*

Proses pengembangan ide merupakan langkah awal dalam tahap perancangan. Pada tahap ini, peneliti memulai pembuatan *e-modul* dengan mengubah teks menjadi kalimat menggunakan *Microsoft Word*. Selanjutnya menyesuaikan *header* dan *footer* dengan menambahkan gambar yang diunduh dari *Pngtree* melalui *website* untuk meningkatkan keindahan *e-modul*. Proses produksi *e-modul* pembelajaran melibatkan berbagai elemen yaitu pembuatan tampilan awal *e-modul* yaitu pembuatan video contoh soal pipa organa, kemudian video tentang gelombang bunyi pada zat cair dan udara, senar, pipa organa, serta animasi efek doppler yang bersumberkan dari *YouTube*. Selain itu animasi pendukung yang relevan dengan materi gelombang bunyi juga diambil dari internet. Bagian lembar kerja untuk peserta didik menggunakan *PhET Simulation* sebagai alternatif pengganti praktikum nyata. Untuk menghasilkan bahan ajar dalam format elektronik, peneliti menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* untuk menyertakan video agar lebih menarik.

b. Melakukan Analisis Tugas dan Konsep *(Conduct task and concept analyses)*

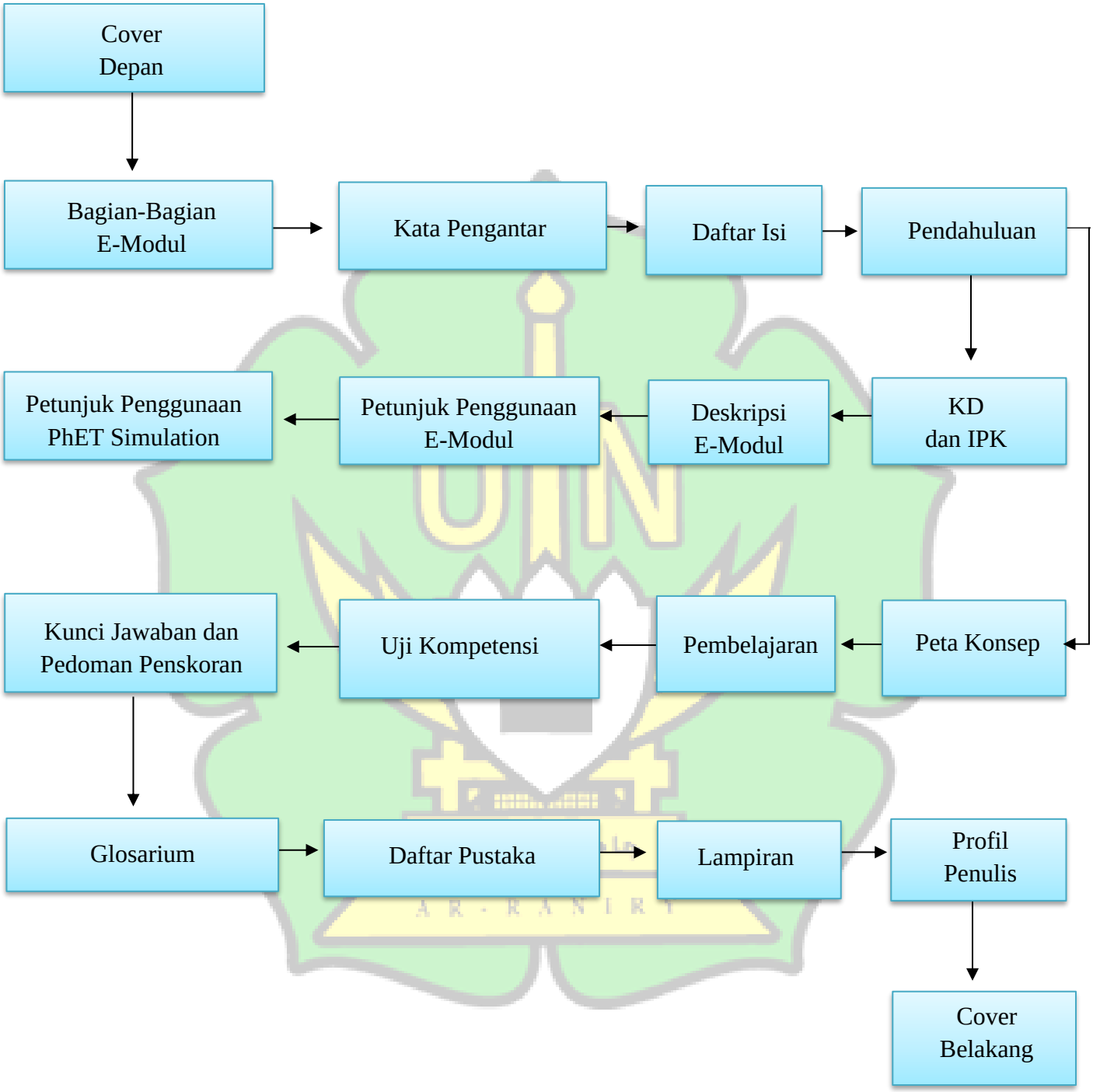
Langkah analisis tugas ini memiliki tujuan untuk menyusun materi secara sistematis dengan membuat peta konsep agar isi dari *e-modul* pembelajaran menjadi lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Kemudian dalam analisis konsep, fokus pada pengelolaan informasi yang ada dalam *e-modul* pembelajaran sehingga memudahkan pemahaman peserta didik.

c. Menyiapkan prototipe *(Prepare a prototype)*

Prototipe ini bertujuan untuk memudahkan tugas peneliti dalam menciptakan produk. Dalam tahap ini, peneliti merancang produk berdasarkan analisis ide yang telah dilakukan sebelumnya, melakukan secara manual gaya atau desain produk, dan berkolaborasi dalam sesi *brainstorming* dengan guru mata pelajaran. Semua upaya ini bertujuan untuk mengembangkan ide-ide menjadi produk yang memuaskan.

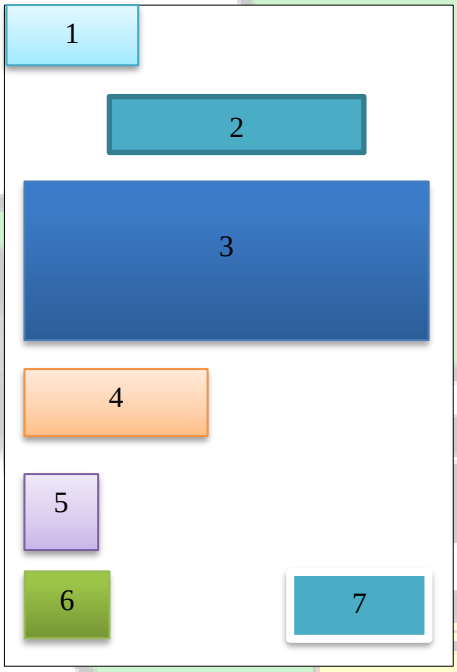
d. Membuat *flowchart* dan *storyboard*

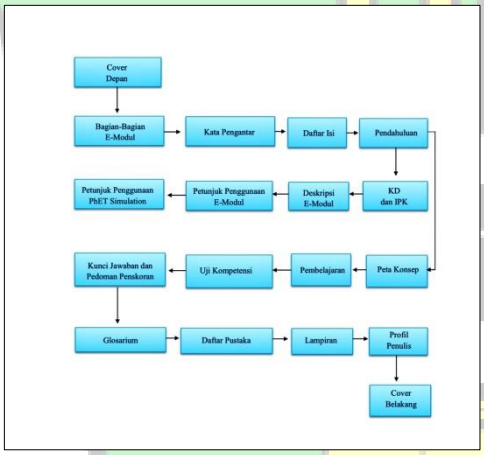
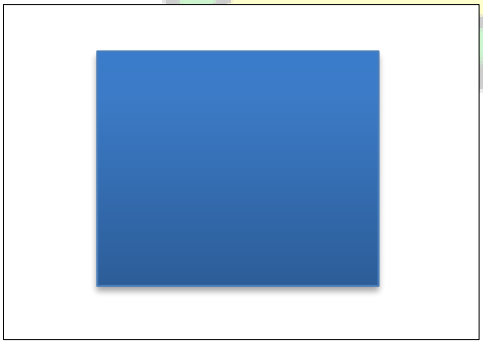
Flowchart atau diagram alur adalah visualisasi yang menggambarkan struktur dan urutan keseluruhan dari suatu proses. Sementara itu, *storyboard* adalah perincian yang memberikan gambaran lebih rinci tentang apa yang akan dilihat oleh pengguna. Diagram alur digunakan untuk memberikan gambaran keseluruhan, sedangkan *storyboard* digunakan untuk memberikan detail visual. Tahap ini peneliti membuat rencana dari awal hingga akhir kegiatan yang ada dalam produk sebagai berikut:

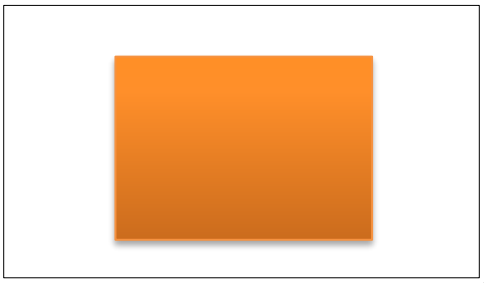
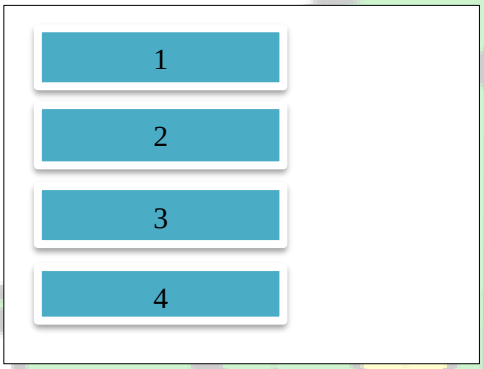

Cover Depan
Bagian-Bagian E-Modul
Kata Pengantar
Daftar Isi
Pendahuluan
KD dan IPK
Deskripsi E-Modul
Petunjuk Penggunaan E-Modul
Petunjuk Penggunaan PhET Simulation
Peta Konsep
Pembelajaran
Uji Kompetensi
Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran
Glosarium
Daftar Pustaka
Lampiran
Profil Penulis
Cover Belakang

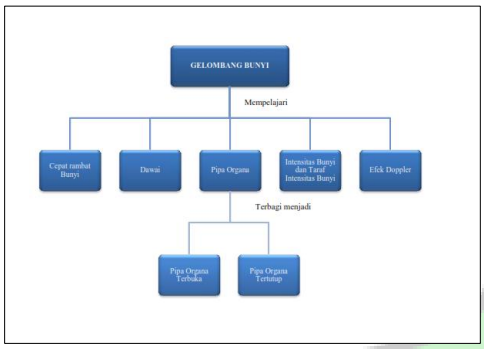
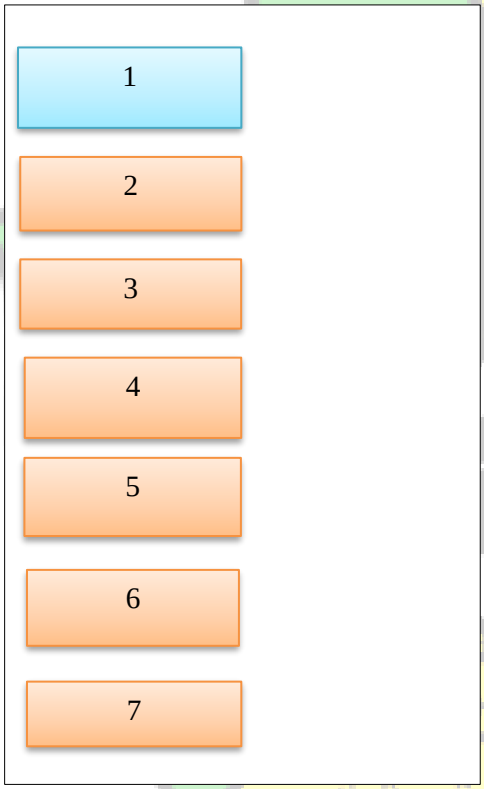
Storyboard dalam *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* yang menggunakan bantuan *PhET Simulation* adalah rangkaian visual yang menggambarkan setiap tahapan dalam *flowchart.* Setiap tampilan dalam *storyboard* merepresentasikan satu tampilan pada layar monitor. Berikut adalah *storyboard* yang terdapat dalam *e-modul* pembelajaran ini:

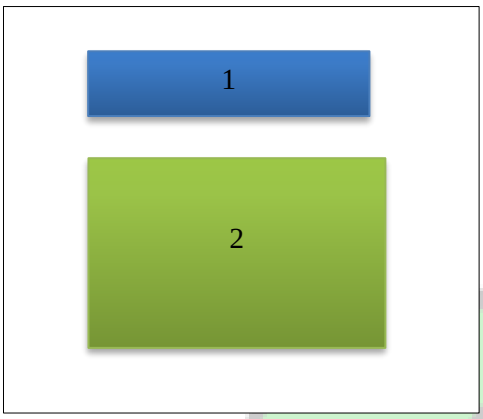
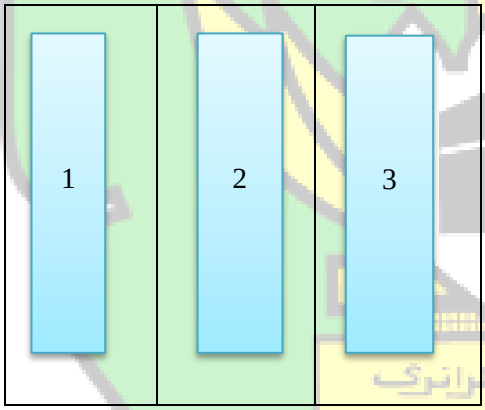
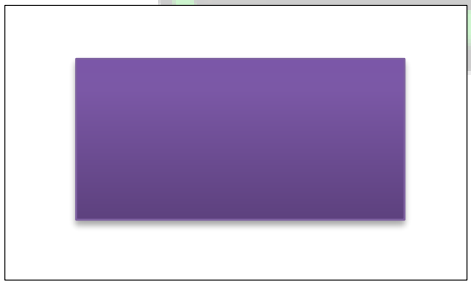
Tabel 4.1. Tampilan *Storyboard* pada *e-modul*

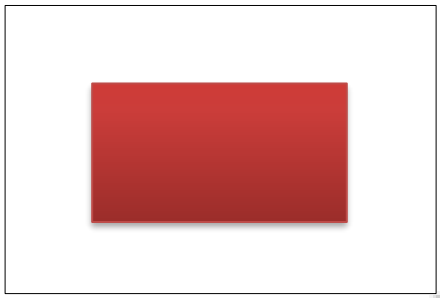
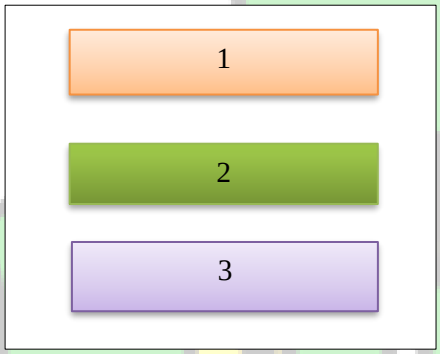
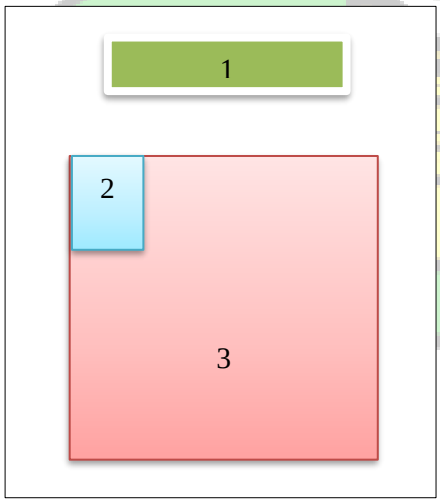
Cover  	Keterangan: 1. Kelas XI SMA/MA a. Ukuran font 16 b. Jenis font *Britannic Bold* c. Warna font putih 2. Materi Gelombang Bunyi a. Ukuran font 36 b. Jenis font *Rockwell Extra Bold* c. Warna font putih 3. Gambar ilustrasi efek Doppler 4. Judul *e-modul*: "E-Modul Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulation*" a. Ukuran font 26 b. Jenis font *Times New Roman* c. Bagian *Discovery Learning*

<table>
<tr><td></td><td>berwarna orange
d. Bagian PhET Simulation berwarna biru
5. Logo PhET Simulation
6. Logo UIN Ar-Raniry
7. Nama author
a. Jenis font Times New Roman
b. Ukuran font 16
c. Warna font putih</td></tr>
<tr><td>Bagian-Bagian E-Modul
 
</td><td>Keterangan :
1. Shapes
a. Bentuk persegi panjang
b. Warna biru
2. Jenis font Times New Roman
3. Ukuran font 12
4. Warna font hitam</td></tr>
<tr><td>Kata Pengantar
  </td><td>Keterangan :
1. Jenis font Times New Roman
2. Ukuran font 12
3. Warna font hitam</td></tr>
</table>

Daftar Isi 	Keterangan : 1. Jenis font *Times New Roman* 2. Ukuran font 12 3. Warna font hitam
Pendahuluan  	Keterangan : 1. KD dan IPK a. Jenis font *Times New Roman* b. Ukuran font 16 c. Warna font putih 2. Deskripsi *e-modul* a. Jenis font *Times New Roman* b. Ukuran font 14 c. Warna font putih 3. Petunjuk penggunaan *e-modul* a. Jenis font *Times New Roman* b. Ukuran font 11 c. Warna font hitam *4.* Petunjuk penggunaan *PhET Simulation* a. Jenis font *Times New Roman* b. Ukuran font 14 c. Warna font putih

<table>
<tr>
<td>Peta Konsep
 
</td>
<td>Keterangan :
1. Jenis font Times New Roman
2. Ukuran font 10
3. Warna font putih</td>
</tr>
<tr>
<td>Pembelajaran
 
</td>
<td>Keterangan :
1. Tujuan Pembelajaran
a. Jenis font Times New Roman
b. Ukuran font 12
c. Warna font biru
2. Stimulus
3. Problem Statement
4. Data Collection
5. Data Processing
6. Verification
7. Generalization
a. Jenis font Book Antiqua
b. Ukuran font 12
c. Warna font hitam</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>Uji Kompetensi
 
</td>
<td>Keterangan :
1. Sumber soal
a. Jenis font Times New Roman
b. Ukuran font 12
c. Warna font biru
2. Soal Uji Kompetensi
a. Jenis font Times New Roman
b. Ukuran font 12
c. Warna font hitam</td>
</tr>
<tr>
<td>Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran
 
</td>
<td>Keterangan :
1. Nomor
2. Kunci Jawaban
3. Skor
a. Jenis font Times New Roman
b. Ukuran font 12
c. Warna font putih</td>
</tr>
<tr>
<td>Glosarium
  </td>
<td>Keterangan :
1. Jenis font Times New Roman
2. Ukuran font 12
3. Warna font hitam</td>
</tr>
</table>

Glosarium 	Keterangan : 1. Jenis font *Times New Roman* 2. Ukuran font 12 3. Warna font hitam
Lampiran 	Keterangan : 1. Penilaian sikap 2. Penilaian pengetahuan 3. Penialian keterampilan a. Jenis font *Times New Roman* b. Ukuran font 12 c. Warna font hitam
Profil Penulis 	Keterangan : 1. Nama penulis a. Jenis font *Times New Roman* b. Ukuran font 14 c. Warna font hitam 2. Foto penulis 3. Riwayat hidup penulis a. Jenis font *Times New Roman* b. Ukuran font 12 c. Warna font hitam

3. Pengembangan *(developmet)*

Tahap ini peneliti melaksanakan proses penyusunan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* yang menggunakan bantuan *PhET Simulation*. Proses pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* yang menggunakan bantuan *PhET Simulation* ini melibatkan beberapa langkah pembuatan yang meliputi:

a. Mempersiapkan teks *(Prepare the text)*

Langkah ini yaitu pembuatan materi teks dilakukan dengan menggunakan perangkat pengolah kata berupa aplikasi *Microsoft Word*.

b. Menuliskan kode *(Write program code)*

Langkah ini melibatkan variasi dalam jenis huruf yang digunakan ketika membuat teks, serta animasi, gambar, video dan penggunaan warna yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan menambah daya tarik dalam tampilan *e-modul*.

c. Menghasilkan grafik *(Create the graphics)*

Grafik yang dihasilkan pada peneltian ini yaitu menggunakan *PhET Simulation*, sehingga mampu menghasilkan grafik yang tepat dan menarik tanpa perlu melakukan pembuatan grafik secara manual.

d. Menghasilkan audio dan video *(Produce audio and video)*

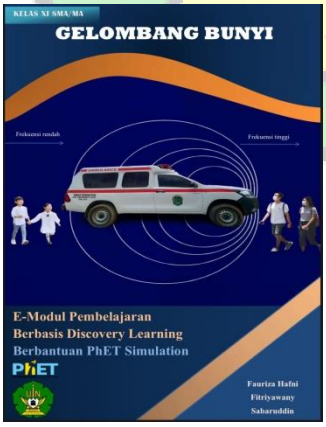
Langkah ini peneliti menghasilkan audio dan video menggunakan aplikasi *CapCut*, kemudian memanfaatkan *website* seperti *PhET Simulation* dan *YouTube* untuk mendapatkan audio dan video pembelajaran yang akan dimasukkan ke dalam *e-modul* pembelajaran.

e. Menggabungkan bagian *(Assemble the pieces)*

Setelah semua elemen program telah diproduksi, langkah berikutnya adalah menggabungkannya. Proses ini biasanya berlangsung secara bertahap ketika setiap item tersedia. Komponen-komponen yang sudah dibuat, seperti teks, gambar, audio dan video digabungkan untuk membentuk *e-modul*. *E-modul* yang telah dirancang kemudian ditingkatkan dengan menggunakan *PhET Simulation* agar menjadi lebih menarik. Berbagai elemen yang ditemukan dalam *e-modul* pembelajaran meliputi:

1) Sampul

Sampul dalam modul pembelajaran berbasis *discovery learning* yang berbantuan *PhET Simulation* untuk materi tentang gelombang bunyi terdiri dari dua bagian, yakni sampul depan dan sampul belakang. Sampul depan *e-modul* ini menampilkan judul "Gelombang Bunyi". Pemilihan desain warna pada sampul depan dan sampul belakang menggunakan warna yang cerah bertujuan untuk menarik minat peserta didik dalam proses pembelajaran materi di dalam *e-modul*. Gambaran tampilan sampul *e-modul* yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

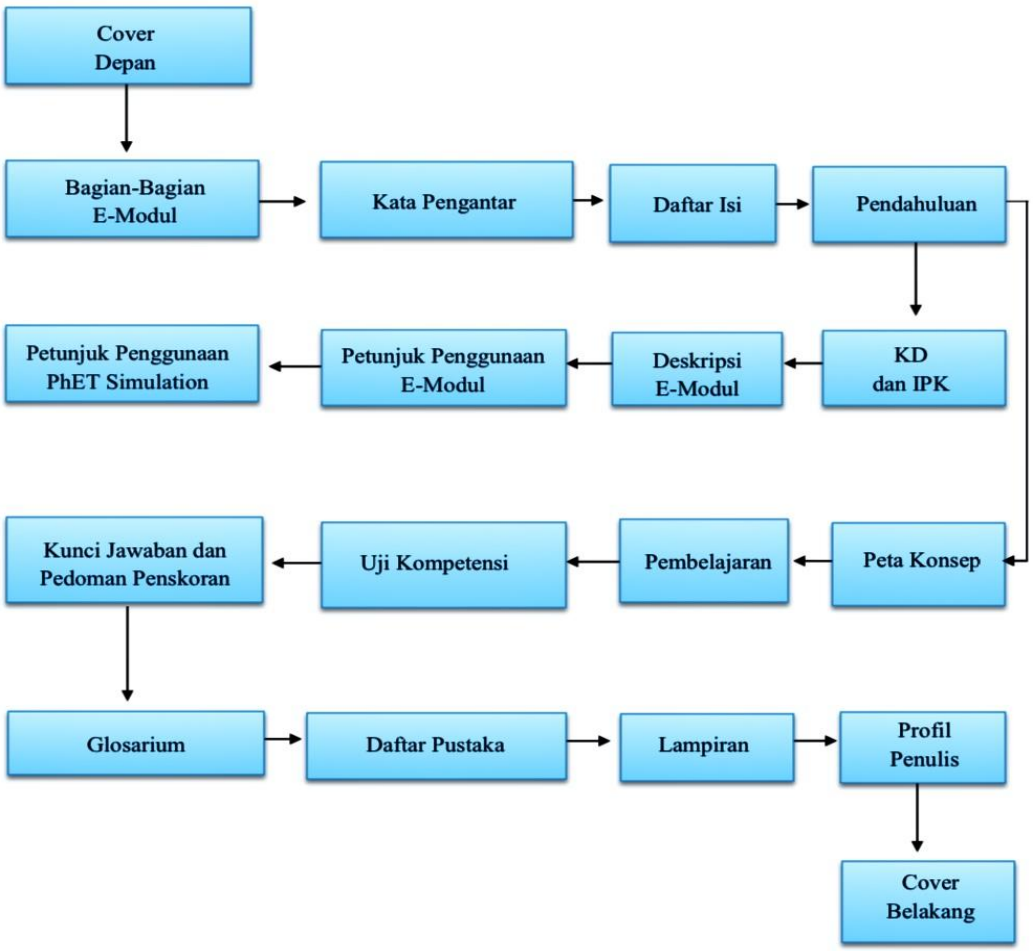


Gambar 4.1. Sampul depan *e-modul*

Gambar 4.2. Sampul belakang *e-modul*

2) *Flowchart*

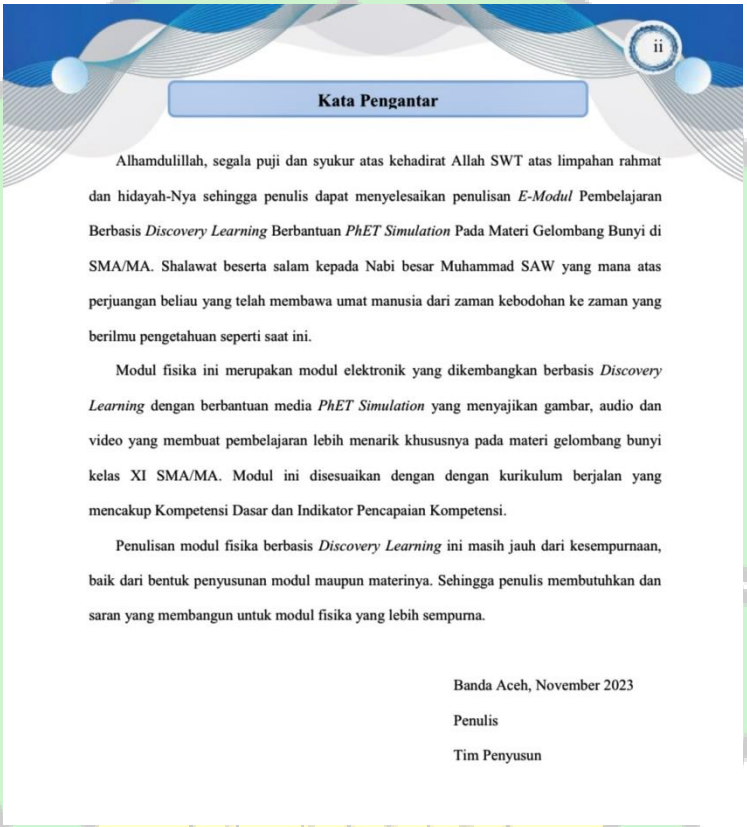
Flowchart (diagram alur) adalah representasi visual yang memberikan gambaran menyeluruh tentang struktur dan urutan proses. Diagram alur digunakan untuk memberikan gambaran keseluruhan. Pada langkah ini, peneliti menghasilkan skema yang menggambarkan proses produk dari awal hingga selesai. Tampilan *flowchart* dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3. Tampilan *Flowchart*

3) Kata Pengantar

Kata pengantar berisi ungkapan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, penyajian dalam *e-modul*, serta keterbukaan terhadap masukan dan saran yang dapat menjadi dasar untuk meningkatkan kualitas modul yang sedang dikembangkan. Gambaran tampilan kata pengantar dapat ditemukan pada Gambar 4.4.



ii

Kata Pengantar

Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan *E-Modul* Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulation* Pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA. Shalawat beserta salam kepada Nabi besar Muhammad SAW yang mana atas perjuangan beliau yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan ke zaman yang berilmu pengetahuan seperti saat ini.

Modul fisika ini merupakan modul elektronik yang dikembangkan berbasis *Discovery Learning* dengan berbantuan media *PhET Simulation* yang menyajikan gambar, audio dan video yang membuat pembelajaran lebih menarik khususnya pada materi gelombang bunyi kelas XI SMA/MA. Modul ini disesuaikan dengan dengan kurikulum berjalan yang mencakup Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi.

Penulisan modul fisika berbasis *Discovery Learning* ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari bentuk penyusunan modul maupun materinya. Sehingga penulis membutuhkan dan saran yang membangun untuk modul fisika yang lebih sempurna.

Banda Aceh, November 2023

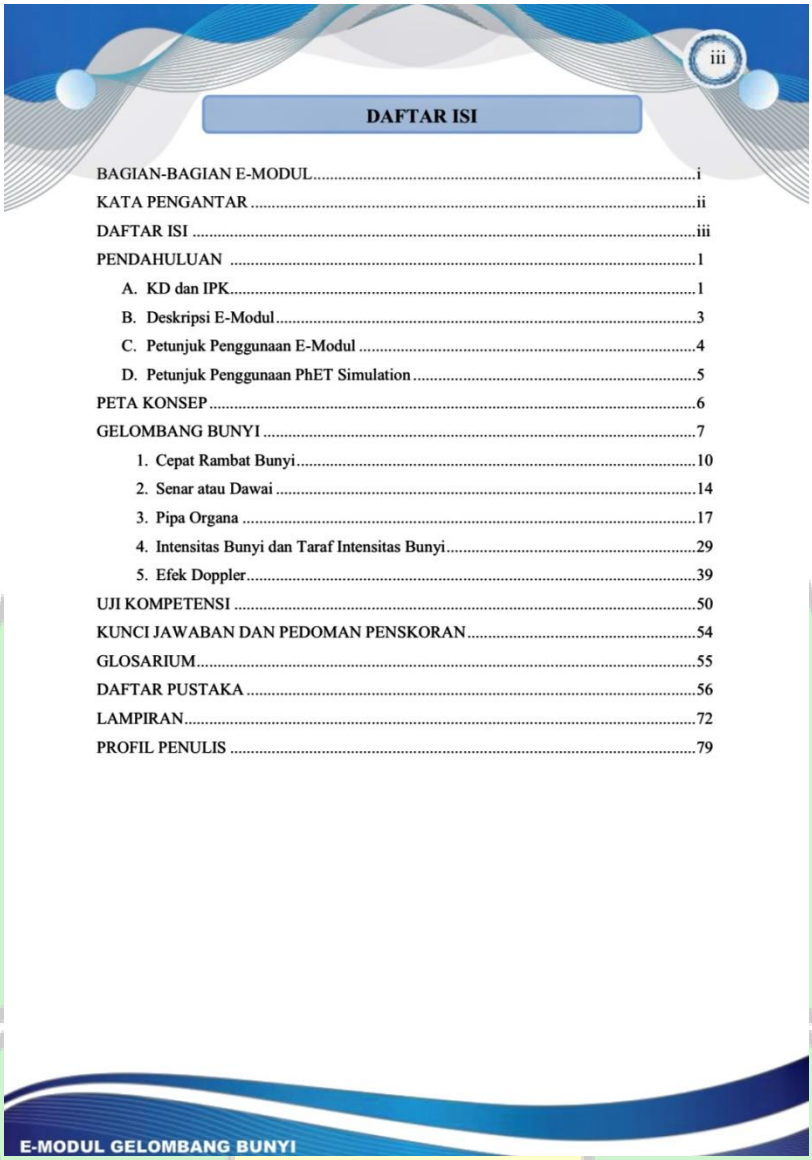
Penulis

Tim Penyusun

Gambar 4.4. Tampilan Kata Pengantar

4) Daftar Isi

Daftar isi untuk mempermudah pembaca dalam menemukan halaman yang mereka cari. Daftar isi disusun berdasarkan urutan materi dan mencakup nomor halaman yang terkait dengan setiap judul dan sub-judul. Gambaran tampilan daftar isi dapat ditemukan pada Gambar 4.5.



iii

DAFTAR ISI

BAGIAN-BAGIAN E-MODUL i
KATA PENGANTAR ii
DAFTAR ISI iii
PENDAHULUAN 1
A. KD dan IPK 1
B. Deskripsi E-Modul 3
C. Petunjuk Penggunaan E-Modul 4
D. Petunjuk Penggunaan PhET Simulation 5
PETA KONSEP 6
GELOMBANG BUNYI 7
1. Cepat Rambat Bunyi 10
2. Senar atau Dawai 14
3. Pipa Organa 17
4. Intensitas Bunyi dan Taraf Intensitas Bunyi 29
5. Efek Doppler 39
UJI KOMPETENSI 50
KUNCI JAWABAN DAN PEDOMAN PENSKORAN 54
GLOSARIUM 55
DAFTAR PUSTAKA 56
LAMPIRAN 72
PROFIL PENULIS 79

E-MODUL GELOMBANG BUNYI

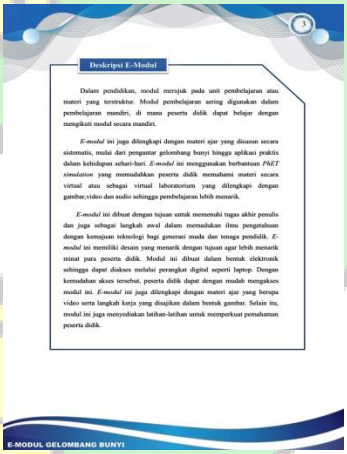
Gambar 4.5. Tampilan Daftar Isi

AR-RANIRY

5) Pendahuluan

Bagian pendahuluan terdiri dari beberapa elemen yaitu kompetensi dasar (KD) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK), deskripsi *e-modul*, petunjuk penggunaan *e-modul* dan petunjuk penggunaan *PhET Simulation.* Detail dan tampilan dari setiap bagian dalam pendahuluan dapat ditemukan dalam Tabel 4.2.

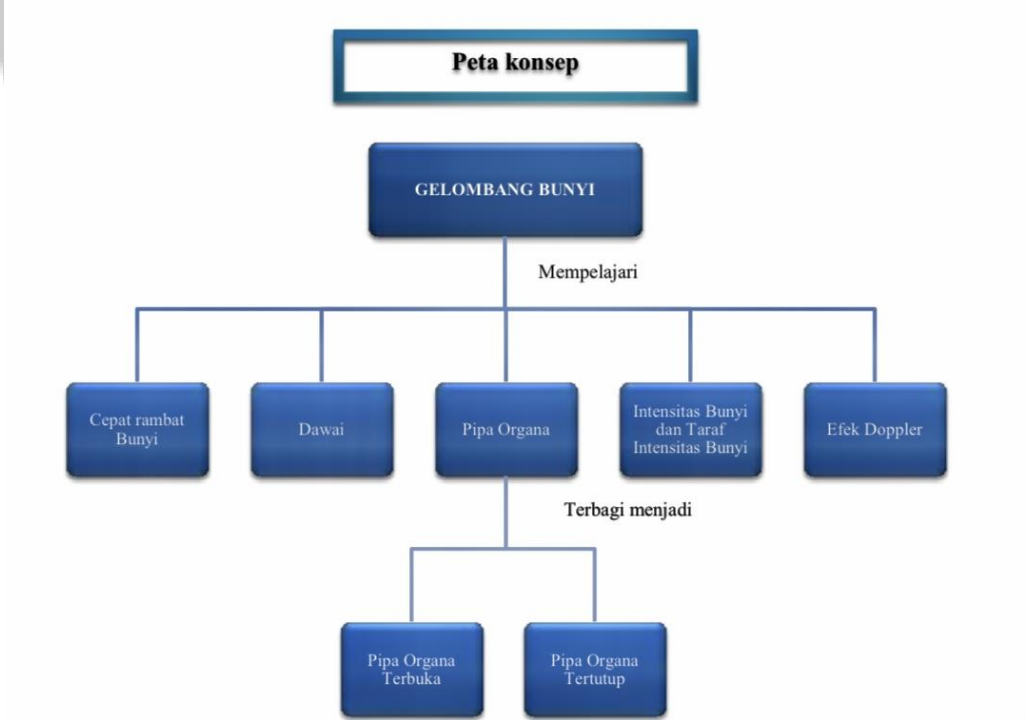
Tabel 4.2. Tampilan pendahuluan *e-modul*

KD dan IPK	Tampilan
Peneliti menampilkan bagian Keterampilan Dasar (KD) dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) sebagai landasan untuk merumuskan tujuan pembelajaran pada materi gelombang bunyi.	
Deskripsi E-Modul	**Tampilan**
Deskripsi *e-modul* menjelaskan unsur-unsur interaktif yang terdapat didalam *e-modul* yaitu video, gambar, audio, percobaan dan tautan interaktif yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.	
Petunjuk Penggunaan E-Modul	**Tampilan**
Peneliti memberikan arahan penggunaan yang ditujukan kepada guru dan peserta didik, sehingga *e-modul* dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai sarana pembelajaran pada materi gelombang bunyi.	

Petunjuk Penggunaan PhET Simulation	Tampilan
Panduan ini memberikan rincian tentang langkah-langkah yang terdapat dalam *PhET Simulation* tentang bagaimana pengguna dapat melakukan dan mengamati *PhET Simulation*.	

6) Peta Konsep

Peta konsep disertakan dalam modul dengan maksud membantu peserta didik dalam menggambarkan hubungan antara konsep-konsep yang relevan dalam materi gelombang bunyi. Gambaran peta konsep dapat ditemukan dalam Gambar 4.6.



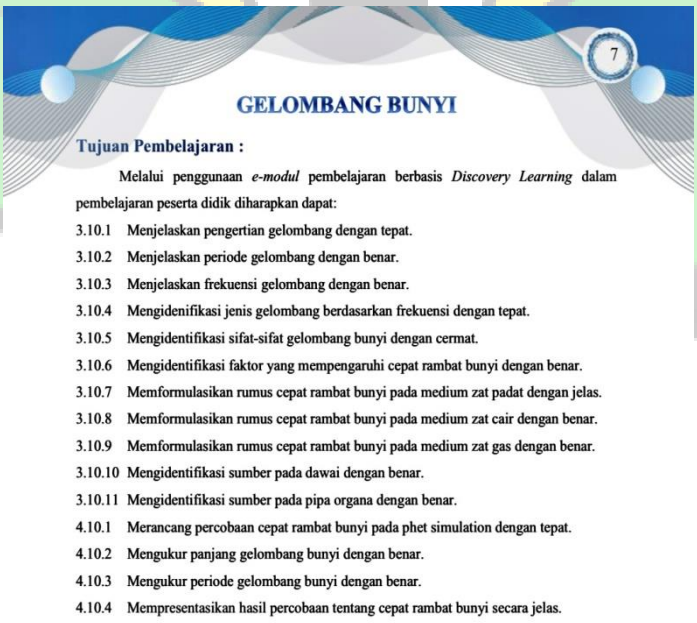
Gambar 4.6. Tampilan Peta Konsep

7) Pembelajaran

Dalam *e-modul* ini terdapat 3 tahap pembelajaran. Tiga kegiatan pembelajaran adalah sebagai berikut: kegiatan pertama tentang teori gelombang, cepat rambat bunyi, dan sumber-sumber bunyi. Pada kegiatan pembelajaran kedua, peserta didik mempelajari tentang intensitas dan taraf intensitas bunyi. Kemudian tahap ketiga membahas efek doppler. Kegiatan pembelajaran awal mencakup beberapa aspek yaitu tujuan pembelajaran dan sintaks pembelajaran yang meliputi *stimulus, problem statement, data collection, data processing, verification,* dan *generalization*.

1) Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran diperkenalkan di awal kegiatan pembelajaran 1, 2, dan 3 dengan maksud agar peserta didik dapat mencapai tingkat pemahaman tertentu setelah mempelajari materi gelombang bunyi. Tampilan tujuan pembelajaran dapat ditemukan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Tampilan Tujuan Pembelajaran

a) Stimulus

Tahapan ini merupakan langkah dari model *discovery learning* yang pertama. Pada tahapan ini peserta didik mengamati video dan gambar yang ditampilkan untuk mengamati suatu permasalahan yang ada didalam stimulus. Tampilan stimulus dapat dilihat pada Gambar 4.8.

Gambar 4.8. Tampilan Stimulus

b) Problem Statement

Tahapan ini merupakan tahapan *discovery learning* yang kedua. Peserta didik diharapkan memberikan hipotesis berdasarkan video dan gambar yang telah ditampilkan. Pada tahapan ini peserta didik menjawab hipotesis pada *link* yang telah disediakan seperti pada Gambar 4.9 dibawah ini.

Gambar 4.9. Tampilan *Problem Statement*

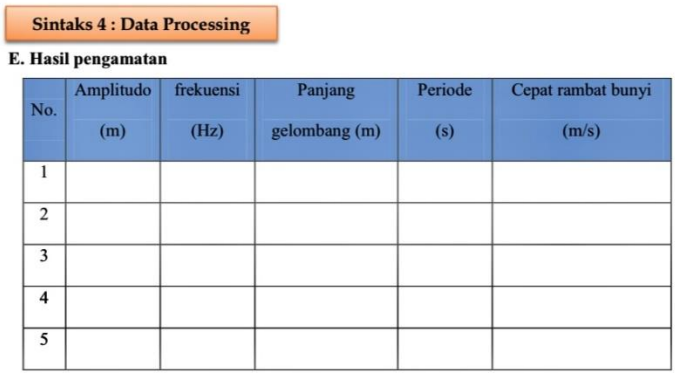
c) *Data Collection*

Tahapan ini merupakan tahapan *discovery learning* yang ketiga. Setelah merumuskan masalah peserta didik mengumpulkan data mulai mencari dan mengamati secara langsung kemudian dicatat referensi yang didapatkan. Pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 4.10.

Gambar 4.10. Tampilan *Data Collection*

d) *Data Processing*

Tahapan ini merupakan tahapan *discovery learning* yang keempat. Setelah mendapatkan data yang diinginkan selanjutnya peserta didik mengolah data yang sudah didapatkan seperti Gambar 4.11 dibawah ini.



Sintaks 4 : Data Processing

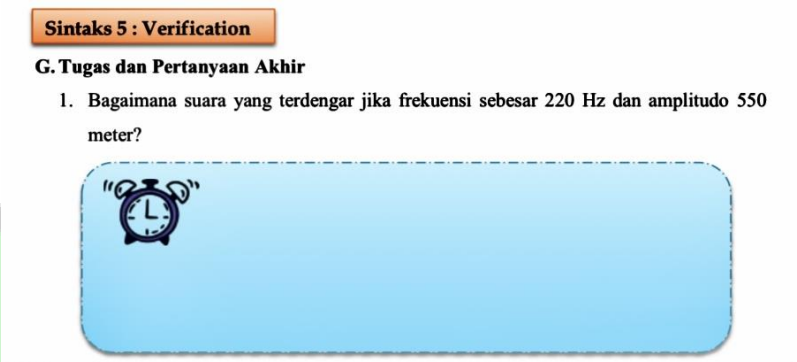
E. Hasil pengamatan

No.	Amplitudo (m)	frekuensi (Hz)	Panjang gelombang (m)	Periode (s)	Cepat rambat bunyi (m/s)
1					
2					
3					
4					
5					

Gambar 4.11. Tampilan *Data Processing*

e) Verfication

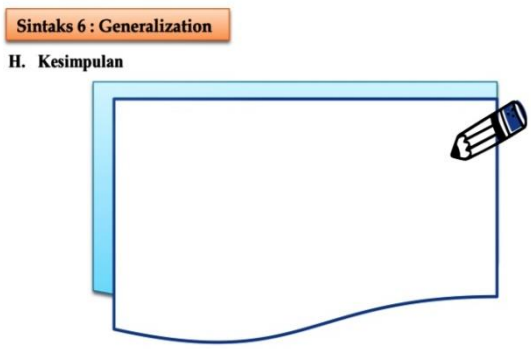
Tahapan ini merupakan tahapan *discovery learning* yang keempat. Pada tahapan ini peserta didik membandingkan hasil analisis yang didapatkan dengan hasil analisis kelompok lain sesuai dengan arahan dari guru. Tahapan ini dapat dilihat pada Gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.12. Tampilan *Verification*

f) Generalization

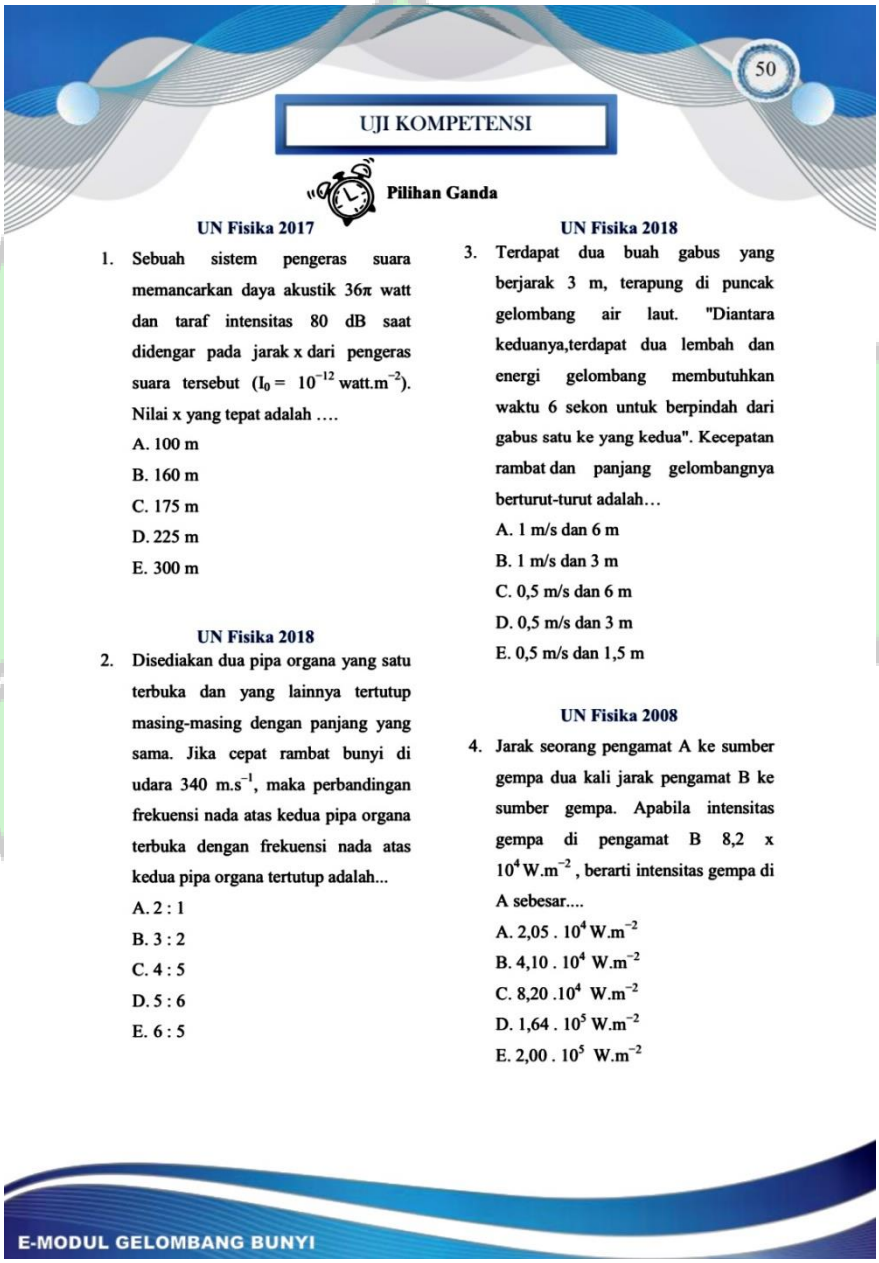
Tahapan *generalization* merupakan tahap yang terakhir dalam model pembelajaran *discovery learning.* Pada tahapan ini berkaitan dengan permasalahan yang ada, peserta didik mendapatkan solusi terhadap masalah yang dihadapi dengan cara menarik kesimpulan. Tahap *generalization* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Tampilan *Generalization*

8) Uji Kompetensi

Uji Kompetensi yang terdapat dalam *e-modul* dimaksudkan untuk menilai serta meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami atau mendalami isi materi mengenai gelombang bunyi. Rincian uji kompetensi pada *e-modul* dapat terlihat dalam Gambar 4.14.



50

UJI KOMPETENSI

Pilihan Ganda

UN Fisika 2017

1. Sebuah sistem pengeras suara memancarkan daya akustik 36π watt dan taraf intensitas 80 dB saat didengar pada jarak x dari pengeras suara tersebut ($I_0 = 10^{-12}$ watt.m^{-2}). Nilai x yang tepat adalah ….
   A. 100 m
   B. 160 m
   C. 175 m
   D. 225 m
   E. 300 m

UN Fisika 2018

2. Disediakan dua pipa organa yang satu terbuka dan yang lainnya tertutup masing-masing dengan panjang yang sama. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m.s^{-1}, maka perbandingan frekuensi nada atas kedua pipa organa terbuka dengan frekuensi nada atas kedua pipa organa tertutup adalah...
   A. 2 : 1
   B. 3 : 2
   C. 4 : 5
   D. 5 : 6
   E. 6 : 5

UN Fisika 2018

3. Terdapat dua buah gabus yang berjarak 3 m, terapung di puncak gelombang air laut. "Diantara keduanya,terdapat dua lembah dan energi gelombang membutuhkan waktu 6 sekon untuk berpindah dari gabus satu ke yang kedua". Kecepatan rambat dan panjang gelombangnya berturut-turut adalah…
   A. 1 m/s dan 6 m
   B. 1 m/s dan 3 m
   C. 0,5 m/s dan 6 m
   D. 0,5 m/s dan 3 m
   E. 0,5 m/s dan 1,5 m

UN Fisika 2008

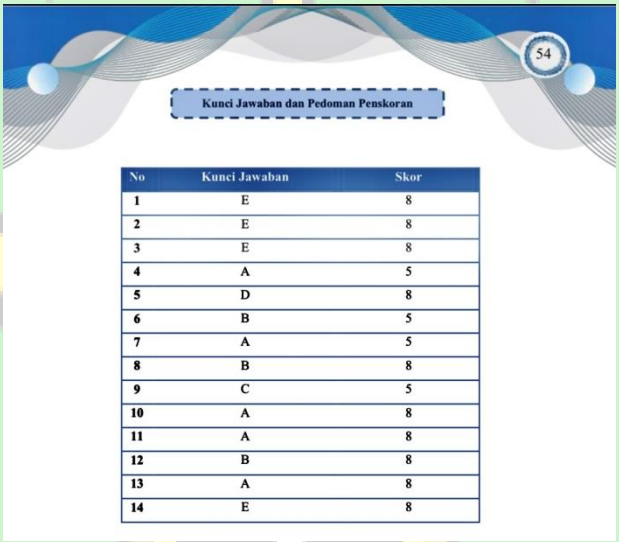
4. Jarak seorang pengamat A ke sumber gempa dua kali jarak pengamat B ke sumber gempa. Apabila intensitas gempa di pengamat B 8,2 x 10^4 W.m^{-2} , berarti intensitas gempa di A sebesar....
   A. 2,05 . 10^4 W.m^{-2}
   B. 4,10 . 10^4 W.m^{-2}
   C. 8,20 .10^4 W.m^{-2}
   D. 1,64 . 10^5 W.m^{-2}
   E. 2,00 . 10^5 W.m^{-2}

E-MODUL GELOMBANG BUNYI

Gambar 4.14. Tampilan Uji Kompetensi

9) Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

Manfaat utama kunci jawaban dan pedoman penskoran dalam pembelajaran sangat signifikan. Kunci jawaban memberikan arahan yang jelas mengenai jawaban yang dianggap benar dan diharapkan. Sementara itu pedoman penskoran memberikan kriteria dan standar yang digunakan untuk menilai kinerja peserta didik, membantu guru dalam memberikan skor dengan konsisten. Tampilan kunci jawaban dan pedoman penskoran dapat dilihat pada Gambar 4.15.

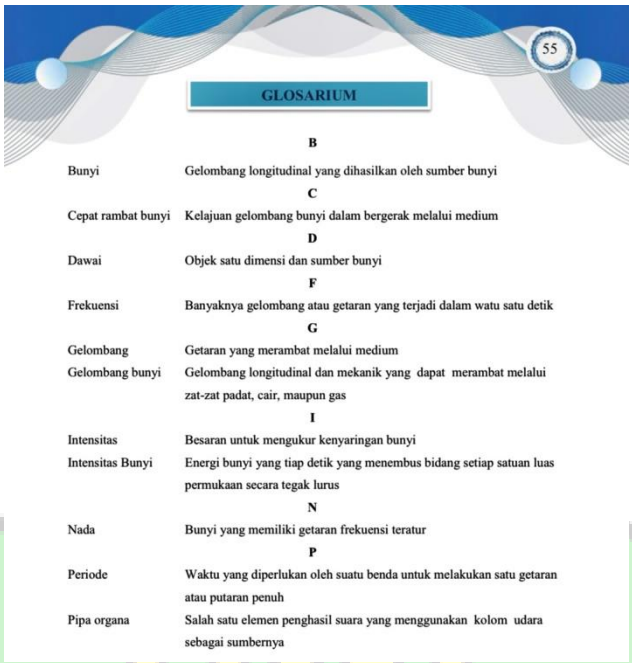


No	Kunci Jawaban	Skor
1	E	8
2	E	8
3	E	8
4	A	5
5	D	8
6	B	5
7	A	5
8	B	8
9	C	5
10	A	8
11	A	8
12	B	8
13	A	8
14	E	8

Gambar 4.15. Tampilan Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

10) Glosarium

Penyajian glosarium dalam *e-modul* dimaksudkan untuk memberikan kemudahan kepada peserta didik dalam memahami makna kata-kata yang mungkin cukup asing yang terdapat dalam *e-modul*. Glosarium ini mencakup daftar kata secara alfabet terkait dengan materi tentang gelombang bunyi dan ditempatkan di bagian akhir modul. Rincian glosarium dapat dilihat dalam Gambar 4.16.



55

GLOSARIUM

	B
Bunyi	Gelombang longitudinal yang dihasilkan oleh sumber bunyi
	C
Cepat rambat bunyi	Kelajuan gelombang bunyi dalam bergerak melalui medium
	D
Dawai	Objek satu dimensi dan sumber bunyi
	F
Frekuensi	Banyaknya gelombang atau getaran yang terjadi dalam watu satu detik
	G
Gelombang	Getaran yang merambat melalui medium
Gelombang bunyi	Gelombang longitudinal dan mekanik yang dapat merambat melalui zat-zat padat, cair, maupun gas
	I
Intensitas	Besaran untuk mengukur kenyaringan bunyi
Intensitas Bunyi	Energi bunyi yang tiap detik yang menembus bidang setiap satuan luas permukaan secara tegak lurus
	N
Nada	Bunyi yang memiliki getaran frekuensi teratur
	P
Periode	Waktu yang diperlukan oleh suatu benda untuk melakukan satu getaran atau putaran penuh
Pipa organa	Salah satu elemen penghasil suara yang menggunakan kolom udara sebagai sumbernya

Gambar 4.16. Tampilan Glosarium

11) Daftar Pustaka

Materi yang disusun dalam *e-modul* dilakukan dengan merujuk pada beberapa referensi yang menjadi dasar bagi topik yang ditampilkan. Referensi ini dapat berasal dari berbagai sumber buku dan modul. Daftar pustaka yang digunakan kemudian dipaparkan di bagian modul. Rincian daftar pustaka dapat dilihat dalam Gambar 4.17.

56

DAFTAR PUSTAKA

Annisa, Issi. 2020. Modul Pembelajaran SMA Fisika. Probolinngo : Kemendikbud

Dauglas C. Giancoli. 2014. Fisika. Jakarta: Erlangga.

Kanginan, Marthen. 2017. Fisika Kelas 2 SMA/MA. Jakarta: Erlangga

Nurlina dan Riskawati. 2017. Fisika Dasar I. Makassar : LPP Unismuh Makassar

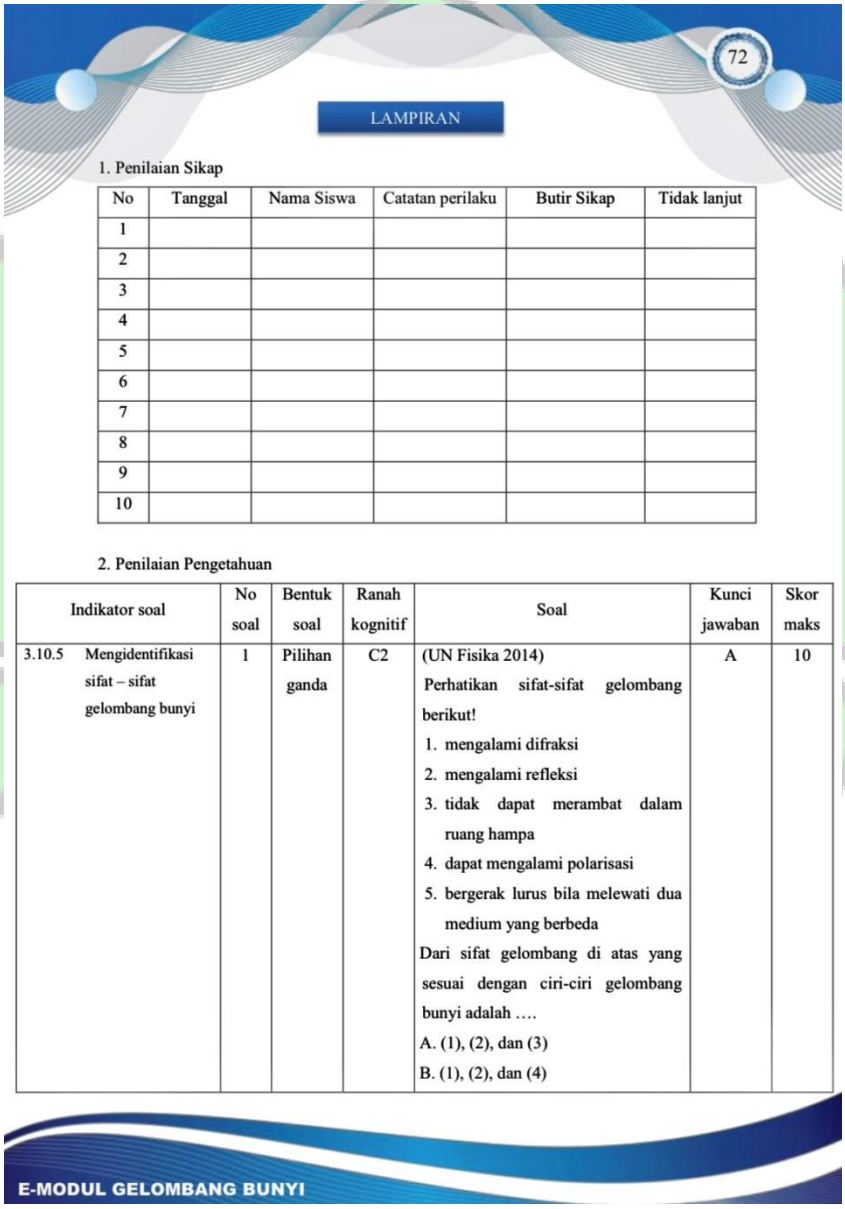
Saripudin, Aip, dkk. 2009. Praktis Belajar Fisika. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional

Siswanto dan Sukaryadi. 2009. Kompetensi Fisika. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional

Gambar 4.17. Tampilan Daftar Pustaka

12) Lampiran

Lampiran sangat berguna dalam produk ini, dengan melampirkan informasi yang relevan dan terkait, dokumen menjadi lebih lengkap dan dapat membangun kepercayaan pembaca terhadap informasi yang telah disampaikan. Tampilan pada lampiran dapat dilihat pada Gambar 4.18 dibawah ini.



72

LAMPIRAN

1. Penilaian Sikap

No	Tanggal	Nama Siswa	Catatan perilaku	Butir Sikap	Tidak lanjut
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

2. Penilaian Pengetahuan

Indikator soal	No soal	Bentuk soal	Ranah kognitif	Soal	Kunci jawaban	Skor maks
3.10.5 Mengidentifikasi sifat – sifat gelombang bunyi	1	Pilihan ganda	C2	(UN Fisika 2014) Perhatikan sifat-sifat gelombang berikut! 1. mengalami difraksi 2. mengalami refleksi 3. tidak dapat merambat dalam ruang hampa 4. dapat mengalami polarisasi 5. bergerak lurus bila melewati dua medium yang berbeda Dari sifat gelombang di atas yang sesuai dengan ciri-ciri gelombang bunyi adalah …. A. (1), (2), dan (3) B. (1), (2), dan (4)	A	10

E-MODUL GELOMBANG BUNYI

Gambar 4.18. Tampilan Lampiran

13) Profil Penulis

Profil penulis ditempatkan di akhir modul, yang mencakup beberapa informasi seperti nama penulis, tempat dan tanggal lahir, latar belakang pendidikan, dan pengalaman penulis dalam bidang penulisan. Rincian biografi penulis dapat dilihat pada Gambar 4.19.

79

PROFIL PENULIS

Fauriza Hafni

Fauriza Hafni dilahirkan di Sumatera Utara, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Kecamatan Kualuh Hulu tepatnya di Perkebunan Kanopan Ulu. Pada hari Kamis tanggal 24 Januari 2002. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan dari Sujono dan Juliani. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Islam. Adapun riwayat pendidikan penulis, yaitu pada tahun 2014 lulus dari SD Negeri 112294 Kanopan Ulu. Kemudian melanjutkan di SMP Muhammadiyah 24 Aek Kanopan pada tahun yang sama dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2020 penulis lulus dari SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dalam Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bidang Pendidikan Fisika hingga sekarang.

Gambar 4.19. Tampilan Profil Penulis

f. Uji Alfa *(Alpha test)*

Langkah ini peneliti menyediakan saran, masukan dan komentar dari sejumlah ahli media dan ahli materi. Tim ahli media terdiri dari tiga dosen yang merupakan dosen program studi Pendidikan Teknik Elektro (PTE) dan program studi Pendidikan Teknik Informatika (PTI) di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Hasil analisis data validasi *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET simulation* pada materi gelombang bunyi oleh tim ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Hasil Validasi oleh Validator Ahli Media

Penilaian	Butir Penilaian	Validator			Skor Total	∑Penilaian	Persentase Kelayakan	Kriteria Kelayakan
		1	2	3				
Cover	P-1	5	3	4	12	39	86,66%	Sangat Layak
	P-2	5	5	4	14			
	P-3	5	5	3	13			
Flowchart	P-4	5	5	5	15	44	97,77%	Sangat Layak
	P-5	5	4	5	14			
	P-6	5	5	5	15			
Kata Pengantar	P-7	5	4	5	14	43	95,55%	Sangat Layak
	P-8	5	5	5	15			
	P-9	5	5	4	14			
Daftar Isi	P-10	5	5	4	14	43	95,55%	Sangat Layak
	P-11	5	5	5	15			
	P-12	5	5	4	14			
Pendahuluan	P-13	5	4	4	13	39	86,66%	Sangat Layak
	P-14	5	4	4	13			
	P-15	5	4	4	13			
Peta Konsep	P-16	5	5	4	14	43	95,55%	Sangat Layak
	P-17	5	5	5	15			
	P-18	5	5	4	14			
Pembelajaran	P-19	5	4	4	13	95	90,47%	Sangat Layak
	P-20	5	4	4	13			
	P-21	5	4	4	13			
	P-22	5	5	4	14			
	P-23	5	5	4	14			
	P-24	5	5	4	14			
	P-25	5	5	4	14			

Uji Kompetensi	P-26	5	5	5	15	44	97,77%	Sangat Layak
	P-27	5	5	5	15			
	P-28	5	4	5	14			
Kunci Jawaban	P-29	5	5	5	15	30	100%	Sangat Layak
	P-30	5	5	5	15			
Glosarium	P-31	5	5	5	15	30	100%	Sangat Layak
	P-32	5	5	5	15			
Profil Penulis	P-33	5	5	4	14	28	93,33%	Sangat Layak
	P-34	5	5	4	14			
Jumlah rata-rata seluruh skor							**94,48%**	**Sangat Layak**

Keterangan:
Validator 1 : RI
Validator 2 : HAL
Validator 3 : NR

Berdasarkan penilaian yang dilakukan oleh para ahli media, data validasi pada Tabel 4.3 *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* dengan berbantuan *PhET simulation* secara keseluruhan mendapatkan penilaian sebesar 94,48%. Penilaian tersebut memenuhi kriteria sangat layak menurut ahli media. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* dengan bantuan *PhET simulation* yang telah dikembangkan memiliki kualitas sangat layak digunakan sebagai bahan pembelajaran fisika di sekolah.

Selanjutnya penilaian *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* dengan bantuan *PhET simulation* pada materi gelombang bunyi juga melibatkan tiga ahli materi yang merupakan dosen pendidikan fisika dari Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Hasil analisis data oleh ahli materi dapat ditemukan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data Hasil Validasi oleh Validator Ahli Materi

Aspek	Penilaian	Butir Penilaian	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Skor Total	∑Penilaian	∑per Aspek	Persentase Kelayakan	Kriteria Kelayakan
Kelayakan Isi	Kesesuaian Materi dengan KI dan KD	P-1	5	5	5	15	45	167	92,77%	Sangat Layak
		P-2	5	5	5	15				
		P-3	5	5	5	15				
	Keakuratan Materi	P-4	5	2	4	11	37			
		P-5	5	4	4	13				
		P-6	5	4	4	13				
	Kemutakhiran Materi	P-7	4	4	5	13	42			
		P-8	5	5	5	15				
		P-9	5	5	4	14				
	Mendorong Keingintahuan	P-10	5	5	5	15	43			
		P-11	5	5	4	14				
		P-12	4	5	5	14				
Kelayakan Penyajian	Teknik Penyajian	P-13	5	5	5	15	43	171	95%	Sangat Layak
		P-14	5	5	5	15				
		P-15	5	4	4	13				
	Pendukung Penyajian	P-16	5	5	5	15	45			
		P-17	5	5	5	15				
		P-18	5	5	5	15				
	Penyajian Pembelajaran	P-19	5	4	5	14	41			
		P-20	4	5	5	14				
		P-21	4	4	5	13				
	Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	P-22	5	5	5	15	42			
		P-23	5	4	4	13				
		P-24	5	5	4	14				

Kelayakan Kontekstual	Hakikat Kontekstual	P-25	5	5	5	15	43	84	93,33%	Sangat Layak
		P-26	5	5	5	15				
		P-27	4	4	5	13				
	Komponen Kontekstual	P-28	5	4	4	13	41			
		P-29	5	5	5	15				
		P-30	4	5	5	13				
Jumlah rata-rata seluruh skor									**93,7%**	**Sangat Layak**

Keterangan:
Validator 1 : Z
Validator 2 : S
Validator 3 : MN

Berdasarkan data yang terdapat dalam Tabel 4.3 dan 4.4 ditemukan hasil persentase kelayakan keseluruhan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA sebagai berikut:

Tabel 4.5. Data Persentase Validator

No	Validator	Persentase	Kategori
1	Ahli media	94,48%	Sangat Layak
2	Ahli materi	93,7%	Sangat Layak
Total skor rata-rata		**94,09%**	**Sangat Layak**

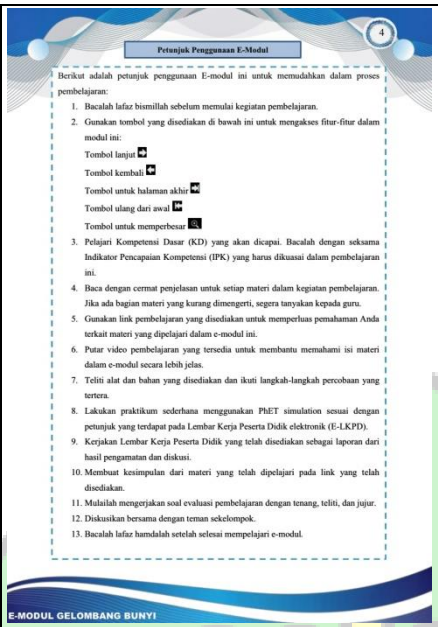
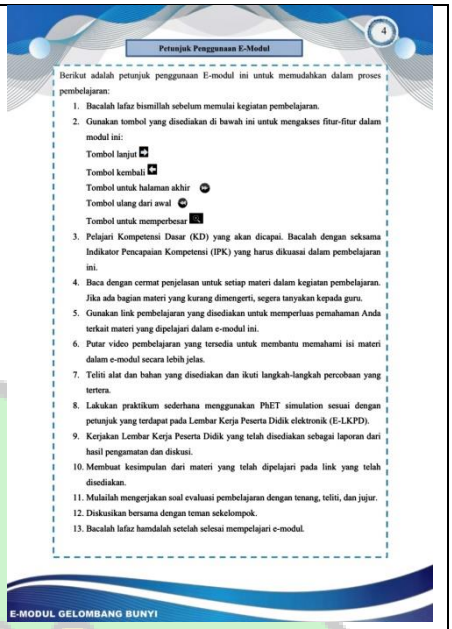
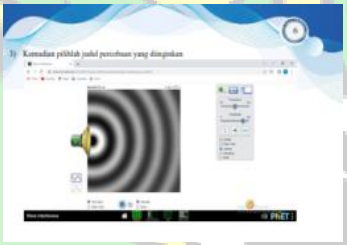
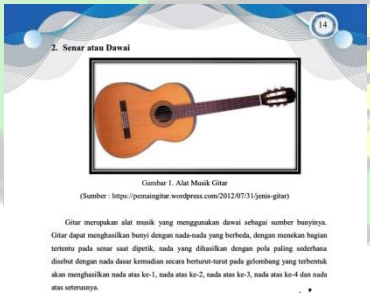
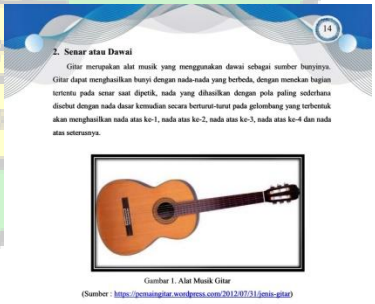
Berdasarkan data yang tercantum dalam Tabel 4.5 ditemukan hasil persentase keseluruhan oleh ahli media dan ahli materi. Hasil penilaian ahli media dengan skor 94,48% dan ahli materi dengan skor 93,7%. Dari kedua kelompok ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA secara keseluruhan mendapatkan penilaian sangat layak dengan skor rata-rata

94,09%. Oleh karena itu, *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi yang telah dikembangkan dapat digunakan untuk SMA/MA.

Berdasarkan dasil analisis data yang dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan revisi berdasarkan komentar dan saran yang diberikan oleh validator uji alfa. Berdasarkan lembar validasi yang diisi oleh ahli media dan ahli materi, terdapat saran perbaikan dan masukan yang diberikan untuk meningkatkan kualitas *e-modul* pembelajaran sehingga dapat dianggap layak digunakan sebagai media pembelajaran dalam proses pembelajaran. Rincian saran dan masukan dari validator dapat ditemukan pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6. Saran Perbaikan Validator Uji Alfa

Validator	Saran Perbaikan	Hasil Perbaikan
Ahli Media	Perbaikan kata pengantar Kata Pengantar Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan *E-Modul* Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulation* Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA/MA. Shalawat beserta salam kepada Nabi besar Muhammad SAW yang mana atas perjuangan beliau yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan ke zaman yang berilmu pengetahuan seperti saat ini. Modul fisika ini merupakan modul elektronik yang dikembangkan berbasis *Discovery Learning* dengan berbantuan media *PhET Simulation* yang menyajikan gambar, audio dan video yang membuat pembelajaran lebih menarik. Modul ini disesuaikan dengan dengan kurikulum berjalan yang mencakup Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar. Penulisan modul fisika berbasis *Discovery Learning* ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari bentuk penyusunan modul maupun materinya. Sehingga penulis memburuhkan dan saran yang membangun untuk modul fisika yang lebih sempurna. Banda Aceh, Juni 2023 Penulis Tim Penyusun E-MODUL GELOMBANG BUNYI	Kata pengantar tambahin penjelasan bagian gelombang bunyi Kata Pengantar Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan *E-Modul* Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulation* Pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA. Shalawat beserta salam kepada Nabi besar Muhammad SAW yang mana atas perjuangan beliau yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan ke zaman yang berilmu pengetahuan seperti saat ini. Modul fisika ini merupakan modul elektronik yang dikembangkan berbasis *Discovery Learning* dengan berbantuan media *PhET Simulation* yang menyajikan gambar, audio dan video yang membuat pembelajaran lebih menarik khususnya pada materi gelombang bunyi kelas XI SMA/MA. Modul ini disesuaikan dengan dengan kurikulum berjalan yang mencakup Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi. Penulisan modul fisika berbasis *Discovery Learning* ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari bentuk penyusunan modul maupun materinya. Sehingga penulis memburuhkan dan saran yang membangun untuk modul fisika yang lebih sempurna. Banda Aceh, November 2023 Penulis Tim Penyusun E-MODUL GELOMBANG BUNYI
	Perbaikan *icon* tombol halaman akhir dan ulang dari awal pada petunjuk penggunaan *e-modul*	Menampilkan *icon* tombol halaman akhir dan ulang dari awal pada petunjuk penggunaan *e-modul* yang sesuai

	 4 Petunjuk Penggunaan E-Modul Berikut adalah petunjuk penggunaan E-modul ini untuk memudahkan dalam proses pembelajaran: 1. Bacalah lafaz bismillah sebelum memulai kegiatan pembelajaran. 2. Gunakan tombol yang disediakan di bawah ini untuk mengakses fitur-fitur dalam modul ini: Tombol lanjut Tombol kembali Tombol untuk halaman akhir Tombol ulang dari awal Tombol untuk memperbesar 3. Pelajari Kompetensi Dasar (KD) yang akan dicapai. Bacalah dengan seksama Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang harus dikuasai dalam pembelajaran ini. 4. Baca dengan cermat penjelasan untuk setiap materi dalam kegiatan pembelajaran. Jika ada bagian materi yang kurang dimengerti, segera tanyakan kepada guru. 5. Gunakan link pembelajaran yang disediakan untuk memperluas pemahaman Anda terkait materi yang dipelajari dalam e-modul ini. 6. Putar video pembelajaran yang tersedia untuk membantu memahami isi materi dalam e-modul secara lebih jelas. 7. Teliti alat dan bahan yang disediakan dan ikuti langkah-langkah percobaan yang tertera. 8. Lakukan praktikum sederhana menggunakan PhET simulation sesuai dengan petunjuk yang terdapat pada Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (E-LKPD). 9. Kerjakan Lembar Kerja Peserta Didik yang telah disediakan sebagai laporan dari hasil pengamatan dan diskusi. 10. Membuat kesimpulan dari materi yang telah dipelajari pada link yang telah disediakan. 11. Mulailah mengerjakan soal evaluasi pembelajaran dengan tenang, teliti, dan jujur. 12. Diskusikan bersama dengan teman sekelompok. 13. Bacalah lafaz hamdalah setelah selesai mempelajari e-modul. E-MODUL GELOMBANG BUNYI	 4 Petunjuk Penggunaan E-Modul Berikut adalah petunjuk penggunaan E-modul ini untuk memudahkan dalam proses pembelajaran: 1. Bacalah lafaz bismillah sebelum memulai kegiatan pembelajaran. 2. Gunakan tombol yang disediakan di bawah ini untuk mengakses fitur-fitur dalam modul ini: Tombol lanjut Tombol kembali Tombol untuk halaman akhir Tombol ulang dari awal Tombol untuk memperbesar 3. Pelajari Kompetensi Dasar (KD) yang akan dicapai. Bacalah dengan seksama Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang harus dikuasai dalam pembelajaran ini. 4. Baca dengan cermat penjelasan untuk setiap materi dalam kegiatan pembelajaran. Jika ada bagian materi yang kurang dimengerti, segera tanyakan kepada guru. 5. Gunakan link pembelajaran yang disediakan untuk memperluas pemahaman Anda terkait materi yang dipelajari dalam e-modul ini. 6. Putar video pembelajaran yang tersedia untuk membantu memahami isi materi dalam e-modul secara lebih jelas. 7. Teliti alat dan bahan yang disediakan dan ikuti langkah-langkah percobaan yang tertera. 8. Lakukan praktikum sederhana menggunakan PhET simulation sesuai dengan petunjuk yang terdapat pada Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (E-LKPD). 9. Kerjakan Lembar Kerja Peserta Didik yang telah disediakan sebagai laporan dari hasil pengamatan dan diskusi. 10. Membuat kesimpulan dari materi yang telah dipelajari pada link yang telah disediakan. 11. Mulailah mengerjakan soal evaluasi pembelajaran dengan tenang, teliti, dan jujur. 12. Diskusikan bersama dengan teman sekelompok. 13. Bacalah lafaz hamdalah setelah selesai mempelajari e-modul. E-MODUL GELOMBANG BUNYI
	Tampilan petunjuk penggunaan *PhET simulation* sesuai dengan percobaan  6 3) Kemudian pilihlah judul percobaan yang diinginkan	Menampilkan *PhET simulation* sesuai dengan percobaan 6 3) Kemudian pilihlah judul percobaan yang diinginkan Waves Intro
	Penambahan materi pengertian senar  14 2. Senar atau Dawai Gambar 1. Alat Musik Gitar (Sumber : https://pemaingitar.wordpress.com/2012/07/31/jenis-gitar) Gitar merupakan alat musik yang menggunakan dawai sebagai sumber bunyinya. Gitar dapat menghasilkan bunyi dengan nada-nada yang berbeda, dengan menekan bagian tertentu pada senar saat dipetik, nada yang dihasilkan dengan pola paling sederhana disebut dengan nada dasar kemudian secara berturut-turut pada gelombang yang terbentuk akan menghasilkan nada atas ke-1, nada atas ke-2, nada atas ke-3, nada atas ke-4 dan nada atas seterusnya.	Menambahkan materi pengertian senar  14 2. Senar atau Dawai Gitar merupakan alat musik yang menggunakan dawai sebagai sumber bunyinya. Gitar dapat menghasilkan bunyi dengan nada-nada yang berbeda, dengan menekan bagian tertentu pada senar saat dipetik, nada yang dihasilkan dengan pola paling sederhana disebut dengan nada dasar kemudian secara berturut-turut pada gelombang yang terbentuk akan menghasilkan nada atas ke-1, nada atas ke-2, nada atas ke-3, nada atas ke-4 dan nada atas seterusnya. Gambar 1. Alat Musik Gitar (Sumber : https://pemaingitar.wordpress.com/2012/07/31/jenis-gitar)
	Penambahan materi pengertian pipa organa	Menambahkan materi pengertian pipa organa

	 17 3. Pipa Organa Gambar 5. Alat Musik Tiup (Sumber : https://artikel.rumah123.com/alat-musik-tiup)	 17 3. Pipa Organa Pipa organa merupakan salah satu elemen penghasil suara yang menggunakan kolom udara sebagai sumbernya. Pipa organa mengeluarkan nada (resonansi) pada nada tertentu ketika adanya aliran udara yang ditiupkan pada tekanan tertentu contohnya pada seruling, terompet dan alat musik lainnya. Gambar 5. Alat Musik Tiup (Sumber : https://artikel.rumah123.com/alat-musik-tiup)
	Perbaikan cover belakang tambahkan gambar yang berkaitan gelombang bunyi Modul gelombang bunyi adalah konsep yang penting. Modul gelombang bunyi mengacu pada karakteristik fisik dari medium yang merambatkan gelombang bunyi, seperti udara, air, atau bahan padat. Dalam upaya untuk memahami secara lebih mendalam tentang modul gelombang bunyi, simulasi interaktif seperti PhET Simulation, dapat menjadi alat yang berguna. Simulasi semacam itu memungkinkan kita untuk memvisualisasikan dan eksplorasi langsung konsep-konsep ini, serta melihat bagaimana perubahan dalam modul medium atau parameter lainnya mempengaruhi gelombang bunyi yang dihasilkan. Dengan menggunakan modul gelombang bunyi, kita dapat meningkatkan pemahaman kita tentang fenomena bunyi dalam berbagai konteks, mulai dari sains dan akustik hingga aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari, seperti sistem audio, instrumen musik, dan lainnya. Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry	Menambahkan gambar alat musik sebagai simbol adanya gelombang bunyi Modul gelombang bunyi adalah konsep yang penting. Modul gelombang bunyi mengacu pada karakteristik fisik dari medium yang merambatkan gelombang bunyi, seperti udara, air, atau bahan padat. Dalam upaya untuk memahami secara lebih mendalam tentang modul gelombang bunyi, simulasi interaktif seperti PhET Simulation, dapat menjadi alat yang berguna. Simulasi semacam itu memungkinkan kita untuk memvisualisasikan dan eksplorasi langsung konsep-konsep ini, serta melihat bagaimana perubahan dalam modul medium atau parameter lainnya mempengaruhi gelombang bunyi yang dihasilkan. Dengan menggunakan modul gelombang bunyi, kita dapat meningkatkan pemahaman kita tentang fenomena bunyi dalam berbagai konteks, mulai dari sains dan akustik hingga aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari, seperti sistem audio, instrumen musik, dan lainnya. Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
	Tata letak nama yang konsisten pada setiap bagian profil penulis 81 PROFIL PENULIS **Fauriza Hafni**, dilahirkan di Sumatera Utara, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Kecamatan Kualah Hulu tepatnya di Perkebunan Kanopan Ulu. Pada hari Kamis tanggal 24 Januari 2002. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan dari Sujono dan Juliani. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Islam. Adapun riwayat pendidikan penulis, yaitu pada tahun 2014 lulus dari SD Negeri 112294 Kanopan Ulu. Kemudian melanjutkan di SMP Muhammadiyah 24 Aek Kanopan pada tahun yang sama dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2020 penulis lulus dari SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dalam Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bidang Pendidikan Fisika hingga sekarang. E-MODUL GELOMBANG BUNYI	Menampilkan nama penulis pada bagian atas foto penulis 79 PROFIL PENULIS **Fauriza Hafni** Fauriza Hafni dilahirkan di Sumatera Utara, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Kecamatan Kualah Hulu tepatnya di Perkebunan Kanopan Ulu. Pada hari Kamis tanggal 24 Januari 2002. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan dari Sujono dan Juliani. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Islam. Adapun riwayat pendidikan penulis, yaitu pada tahun 2014 lulus dari SD Negeri 112294 Kanopan Ulu. Kemudian melanjutkan di SMP Muhammadiyah 24 Aek Kanopan pada tahun yang sama dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2020 penulis lulus dari SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dalam Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bidang Pendidikan Fisika hingga sekarang. E-MODUL GELOMBANG BUNYI

<table>
<tr>
<td rowspan="3">Ahli Materi</td>
<td>Perbaiki kata kerja operasional yang lebih cocok dibagian tujuan kegiatan percobaan LKPD 1 dan 2

Judul : Cepat Rambat Bunyi
Tujuan : Untuk mengetahui cepat rambat bunyi pada suatu gelombang

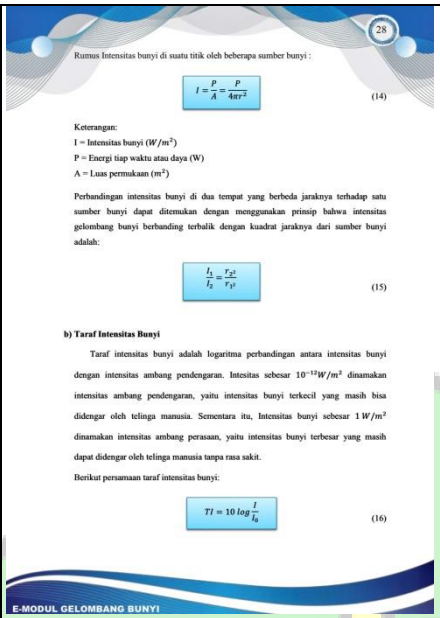
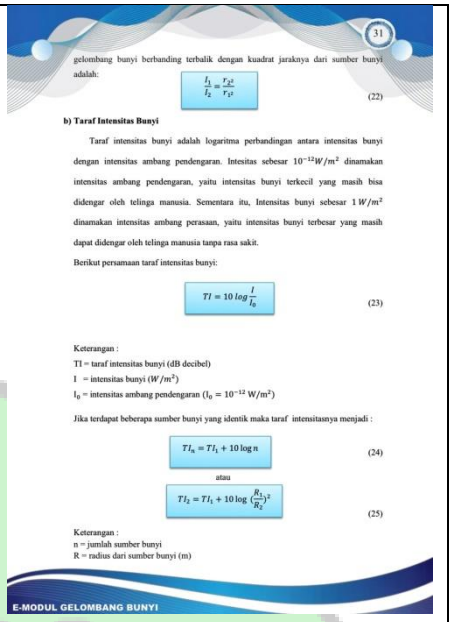
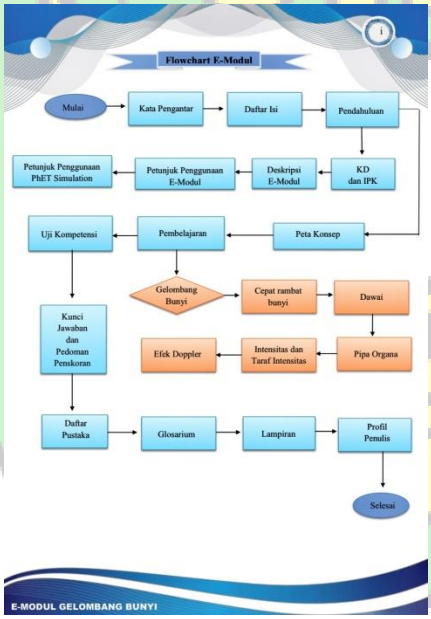
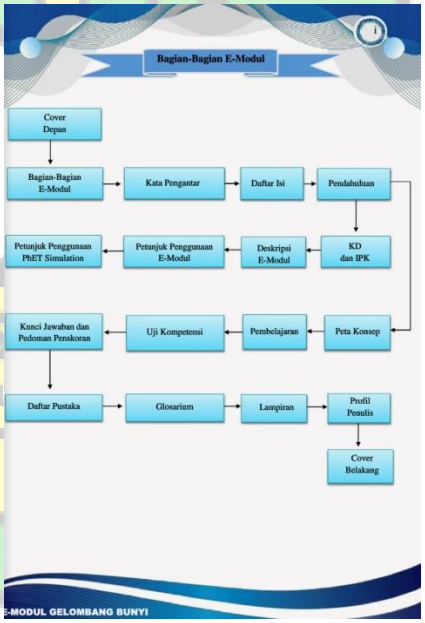
Judul : Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi
Tujuan : Untuk mengetahui intensitas dan taraf intensitas bunyi pada suatu gelombang</td>
<td>Menampilkan kata kerja operasional yang lebih cocok dibagian tujuan kegiatan percobaan LKPD 1 dan 2 yang sesuai

Judul : Cepat Rambat Bunyi
Tujuan : Untuk menentukan besarmya cepat rambat bunyi melalui percobaan

Judul : Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi
Tujuan : Untuk menentukan intensitas dan taraf intensitas bunyi pada suatu gelombang</td>
</tr>
<tr>
<td>Tambahkan penurunan rumus pada bagian pipa organa terbuka dan tertutup

18
Perbandingan frekuensi nada-nada yang dihasilkan oleh sumber bunyi berupa pipa organa terbuka dengan frekuensi nada dasarnya merupakan bilangan bulat dengan perbandingan
$f_o : f_1 : f_2 = 1 : 2 : 3$ (12)
b) Pipa Organa Tertutup
Perbandingan frekuensi nada-nada yang dihasilkan oleh sumber bunyi berupa pipa organa tertutup dengan frekuensi nada dasarnya
$f_o : f_1 : f_2 = 1 : 3 : 5$ (13)</td>
<td>Menurunkan rumus pada bagian pipa organa terbuka dan tertutup

• Nada atas ke 1
Jika sepanjang pipa organa terbentuk 1 gelombang , maka nada yangdihasilkannya disebut nada atas ke 1
Gambar 7. Nada Atas 1 Pipa Organa Terbuka
(Sumber : Modal Pembelajaran Fisika SMA Kelas XI)
Pipa organa dengan panjang L, dimana L = 1 λ maka λ = L
Frekuensi nada atas ke 1 adalah :
$f_1 = \frac{2v}{2L} = \frac{v}{L}$ (13)
• Nada atas ke 2
Jika sepanjang pipa organa terbentuk 3/2 gelombang, maka nada yang dihasilkannya disebut nada atas ke 2
Gambar 8. Nada Atas 2 Pipa Organa Terbuka
(Sumber : Modal Pembelajaran Fisika SMA Kelas XI)
Pipa organa dengan panjang L, dimana L = 3/2 λ maka λ = 2/3 L
Persamaan nada atas ke 2 yaitu
$f_2 = \frac{3v}{2L}$ (14)
Berdasarkan data diatas dapat diambil kesimpulan babwa frekuensi nada atas ke n pada pipa organa terbuka dapat ditentukan dengan rumus:
E-MODUL GELOMBANG BUNYI</td>
</tr>
<tr>
<td>Tambahkan rumus taraf intensitas bunyi jika jaraknya berbeda</td>
<td>Menambahkan rumus taraf intensitas bunyi jika jaraknya berbeda</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td> 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Bagian flowchat diganti menjadi bagian-bagian e-modul dan bentuknya disamakan
 
</td>
<td>Mengubah judul flowchart menjadi bagian-bagian e-modul dan bentuknya disamakan
 
</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Tabel dibuat sumbernya</td>
<td>Menambahkan sumber pada tabel</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>

Tabel laju bunyi di berbagai medium

No.	Medium	Temperatur (°)	Laju bunyi (m/s)
1.	Udara	0	331,3
2.	Hidrogen	0	1.286
3.	Oksigen	0	3.17,2
4.	Air	15	1.450
5.	Timah	20	1.230
6.	Aluminium	20	5.100
7.	Tembaga	20	3.560
8.	Besi	20	5.130

</td>
<td>

Tabel laju bunyi di berbagai medium

No.	Medium	Temperatur (°)	Laju bunyi (m/s)
1.	Udara	0	331,3
2.	Hidrogen	0	1.286
3.	Oksigen	0	3.17,2
4.	Air	15	1.450
5.	Timah	20	1.230
6.	Aluminium	20	5.100
7.	Tembaga	20	3.560
8.	Besi	20	5.130

(sumber : Siswanto dan Sukaryadi, 2009 : 23)

</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>

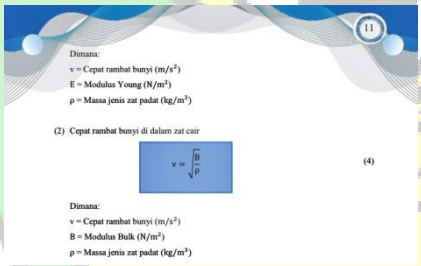
Video *YouTube* diusahakan video sendiri

</td>
<td>

Mengupload video ke *YouTube* dan dijadikan sebagai sumber pada contoh soal pipa organa terbuka

</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>

Kata “dimana” pada keterangan rumus diubah menjadi “keterangan” dan setelah sama dengan maka huruf kecil



11

Dimana:
v = Cepat rambat bunyi (m/s²)
E = Modulus Young (N/m²)
ρ = Massa jenis zat padat (kg/m³)

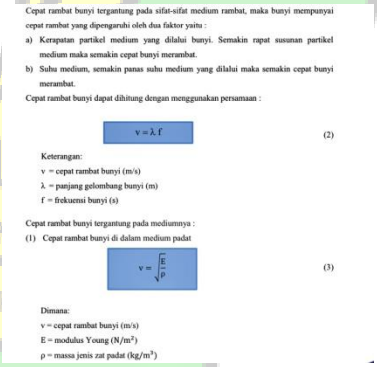
(2) Cepat rambat bunyi di dalam zat cair

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (4)$$

Dimana:
v = Cepat rambat bunyi (m/s²)
B = Modulus Bulk (N/m²)
ρ = Massa jenis zat padat (kg/m³)

</td>
<td>

Menampilkan keterangan rumus dan setelah sama dengan maka huruf kecil



Cepat rambat bunyi tergantung pada sifat-sifat medium rambat, maka bunyi mempunyai cepat rambat yang dipengaruhi oleh dua faktor yaitu :

a) Kerapatan partikel medium yang dilalui bunyi. Semakin rapat susunan partikel medium maka semakin cepat bunyi merambat.
b) Suhu medium, semakin panas suhu medium yang dilalui maka semakin cepat bunyi merambat.

Cepat rambat bunyi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$v = \lambda . f \quad (2)$$

Keterangan:
v = cepat rambat bunyi (m/s)
λ = panjang gelombang bunyi (m)
f = frekuensi bunyi (s)

Cepat rambat bunyi tergantung pada mediumnya :

(1) Cepat rambat bunyi di dalam medium padat

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (3)$$

Dimana:
v = cepat rambat bunyi (m/s)
E = modulus Young (N/m²)
ρ = massa jenis zat padat (kg/m³)

</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>

Pada LKPD 2 dan 3 bagian hasil pengamatan diubah menjadi tabel data pengamatan

Sintaks 4 : Data Processing

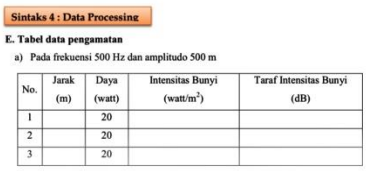
E. Hasil Pengamatan

a) Pada frekuensi 500 Hz dan amplitudo 500 m

No.	Pembatas Suara	Jarak (m)	Daya (watt)	Intensitas Bunyi (watt/m²)	Taraf Intensitas Bunyi (dB)
1	A		20		
2	B		20		

</td>
<td>

LKPD 2 dan 3 menjadi tabel data pengamatan bagian sintaks *data processing*



Sintaks 4 : Data Processing

E. Tabel data pengamatan

a) Pada frekuensi 500 Hz dan amplitudo 500 m

No.	Jarak (m)	Daya (watt)	Intensitas Bunyi (watt/m²)	Taraf Intensitas Bunyi (dB)
1		20		
2		20		
3		20		

</td>
</tr>
</table>

g. Uji Beta

Uji beta dilakukan setelah selesainya tahap revisi dan ini merupakan uji coba tahap kedua yang bertujuan untuk mengevaluasi respons pengguna terhadap produk yang telah dikembangkan sudah sesuai belum dengan yang diinginkan. Dalam tahap uji coba pengguna produk ini adalah 6 orang peserta didik kelas XI IPA-1 dan 1 guru di MAS Darul Ulum.

Peserta yang berperan sebagai validator pengguna dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas IX IPA-1 dan guru di MAS Darul Ulum Kota Banda Aceh. Analisis data mengenai hasil validasi *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* pada materi gelombang bunyi oleh pengguna dapat ditemukan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Data Hasil Validasi Instrumen oleh Pengguna

Penilaian	**Butir Penilaian**	**Validator**							**Skor Total**	**∑Penilaian**	**Presentase Kelayakan**	**Kriteria Kelayakan**
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**				
Kelayakan Produk	P-1	5	5	4	5	4	5	5	33	131	93,57%	Sangat Layak
	P-2	5	5	5	4	5	4	4	32			
	P-3	4	5	4	5	4	5	5	32			
	P-4	5	4	5	5	5	5	5	34			
Keterbacaan dan Keterpahaman	P-5	5	5	4	5	4	5	4	32	129	92,14%	Sangat Layak
	P-6	5	5	5	4	5	4	5	33			
	P-7	5	4	5	5	4	5	5	33			
	P-8	5	4	4	4	5	4	5	31			
Keterlibatan dan Motivasi	P-9	5	5	5	5	4	5	5	34	133	95%	Sangat Layak
	P-10	5	5	5	5	5	5	5	35			
	P-11	5	5	4	5	4	5	5	33			

	P-12	5	5	4	4	5	4	4	31			
Kesesuaian dengan Standar Kurikulum	P-13	5	5	5	5	4	4	5	32	133	95%	Sangat Layak
	P-14	5	4	5	5	5	5	5	34			
	P-15	5	4	5	4	4	5	5	32			
	P-16	5	5	5	5	5	5	5	35			
Jumlah rata-rata seluruh skor											**93,92%**	**Sangat Layak**

Keterangan:
Validator 1 : SB (guru)
Validator 2 : FRA (peserta didik)
Validator 3 : NWK (peserta didik)
Validator 4 : TMM (peserta didik)
Validator 5 : MFAI (peserta didik)
Validator 6 : YAQ (peserta didik)
Validator 7 : MFI (peserta didik)

Berdasarkan analisis data dalam Tabel 4.7 *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET simulation* telah melewati proses validasi oleh pengguna. Secara keseluruhan, penilaian dari pengguna memperoleh skor persentase 93,92% dengan kriteria sangat layak. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET simulation* pada materi gelombang bunyi yang telah dikembangkan sangat layak digunakan sebagai bahan ajar fisika di sekolah.

B. Pembahasan

1. Desain *E-Modul* Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulation* Pada Materi Gelombang Bunyi

Pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET simulation* untuk materi gelombang bunyi dilakukan dengan menerapkan model pengembangan Alessi dan Trollip. Model pengembangan ini

mencakup tiga tahapan utama, yaitu: (1) Perencanaan *(Planning),* (2) Perancangan *(Design)* dan (3) Pengembangan *(Development).* Keseluruhan tahapan ini menghasilkan produk akhir berupa *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* untuk memahami materi gelombang bunyi.

1) Perencanaan *(planning)*

Tahap perencanaan dalam penelitian atau pengembangan produk melibatkan beberapa langkah untuk menentukan tujuan dan arah pengembangan. Berikut adalah enam tahap yang dilakukan seorang peneliti:

a. Menentukan ruang lingkup kajian *(Define the scope)*

Tahap ini peneliti menentukan lokasi observasi di SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu Provinsi Sumatera Utara. Penetapan cakupan penelitian dilakukan melalui observasi awal dengan menerapkan wawancara terbuka kepada guru fisika. Selain itu, peneliti juga menyebarkan angket analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran kepada peserta didik dan guru, serta melakukan analisis kesulitan materi fisika di kelas XI IPA 3. Hasil dari angket analisis kesulitan materi menunjukkan bahwa peserta didik menghadapi kesulitan dalam memahami materi gelombang bunyi. Hal ini dikarenakan gelombang bunyi dianggap banyak persamaan sehingga sulit dipahami.[62] Wawancara terbuka dengan guru di sekolah menjelaskan gelombang bunyi dianggap sulit karena konsep yang sulit dimengerti dan pembahasan materi yang terbatas oleh waktu sehingga tidak sempat melakukan

[62] Syindi Isna Maulida, Trapsilo Prihandono dan Maryani, "Pengembangan Modul Fisika Gelombang Bunyi Berbasis React Untuk Kelas XI Ipa," *Jurnal Pembelajaran Fisika,* vol 8, no. 3 (2019): 174–180.

praktikum secara nyata. Sementara kegiatan praktikum di laboratorium jarang dilaksanakan karena menghadapi beberapa hambatan, seperti ketidaktersediaan ruang laboratorium, keterbatasan peralatan praktikum yang memadai, dan keterbatasan waktu untuk melaksanakan kegiatan praktikum.[63] Hasil angket analisis kebutuhan pengembangan bahan ajar menunjukkan bahwa peserta didik lebih memilih *e-modul* pembelajaran sebagai bahan ajar tambahan selain buku cetak, untuk membantu mereka memahami materi fisika. Hal ini dikarenakan *e-modul* pembelajaran dapat membantu peserta didik untuk belajar secara mandiri.[64] Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai maka peneliti menggunakan model pembelajaran *discovery learning* untuk membantu peserta didik permasalahan yang ada. Dalam model pembelajaran penemuan ini, peserta didik didorong untuk menemukan sendiri konsep yang dipelajari dan kemudian membangun pemahaman tentangnya dengan memahami maknanya.[65] Cakupan dari penelitian ini peneliti mengambil lingkup kajian mengembangkan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* sebagai strategi peserta didik menemukan solusi terhadap masalah yang dihadapi dengan menggunakan berbantuan *PhET simulation* pada materi gelombang bunyi.

---

[63] Kornelius Kristianto, Oktavianus Ama Ki`i dan Egidius Dewa, "Penerapan Simulasi PhET Sebagai Virtual Laboratorium Pada Materi Getaran, Gelombang Dan Bunyi Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Aktivitas Belajar Peserta Didik Kelas VIII SMP Negeri 3 Kupang,"*MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika UNWIRA*, vol 1, no. 1 (2023): 37–44.

[64] Atris Putri Ningrum, dkk, "Pengembangan Bahan Ajar Berupa Modul Berbasis," *Jurnal Pembelajaran Fisika*, Vol. 5 No. 4, (2017) : 315–320.

[65] Zaenol Fajri, "Model Pembelajaran Discovery Learning Dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa SD," *Jurnal IKA PGSD (Ikatan Alumni PGSD) UNARS* 7, no. 2 (2019): 1.

b. Mengidentifikasi karakteristik peserta didik *(Identify learner characteristics)*

Identifikasi peserta didik dapat dilakukan melalui membagikan angket kebutuhan kepada peserta didik. Dari hasil angket kebutuhan tersebut dan melalui diskusi terbuka dengan guru, peneliti menemukan bahwa selama pembelajaran fisika, peserta didik mengandalkan buku paket sekolah sebagai sumber utama. Mereka melakukan ringkasan materi sendiri dan kemudian menerima penjelasan dari guru. Dalam penyampaian konsep fisika, penggunaan media pembelajaran terbatas, dan guru cenderung hanya mengandalkan buku paket tanpa variasi audio, video dan animasi yang menarik.[66]

Angket kesulitan peserta didik juga menunjukkan bahwa pemilihan materi gelombang bunyi disebabkan oleh kurangnya pemahaman mereka terhadap cakupan dan rincian materi yang masih bersifat abstrak. Materi ini tidak dibahas secara menyeluruh selama pembelajaran, dengan guru memberikan gambaran umum tanpa melakukan kegiatan praktikum yang nyata. Peserta didik hanya dapat membayangkan tanpa benar-benar memahami materi. Oleh karena itu, kehadiran modul pembelajaran yang mencakup materi gelombang bunyi dengan berbantuan *PhET simulation* diharapkan dapat memberikan bantuan signifikan kepada peserta didik dalam memahami konsep dan persamaan yang terkandung dalam materi tersebut.

---

[66] Hilda Mazlina dan Fera Annisa, "Penggunaan Multimedia Interaktif Pada Pembelajaran Konsep Fluida di Kelas XI MAN Banda Aceh". *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, ISSN: 2460-4348 (2018), hal :13.

c. Menetapkan kendala *(Establish the constraints)*

Hambatan yang dihadapi dalam penelitian ini terletak pada kebutuhan peneliti akan beberapa aplikasi dan perangkat lunak untuk menciptakan modul pembelajaran. Peneliti memanfaatkan *Microsoft Office* sebagai alat untuk mengembangkan *e-modul* pembelajaran. Untuk menggantikan praktikum fisik, *PhET Simulation* sebagai sebuah simulasi *online* yang digunakan. Proses ini melibatkan beberapa langkah seperti *login* menggunakan alamat *email* dan mencari judul praktikum yang diinginkan. Peneliti juga memanfaatkan aplikasi *CapCut* untuk keperluan pengeditan video. Selain itu, *Flip PDF Corporate Edition* digunakan untuk mengubah produk dari format PDF menjadi media elektronik.[67] Kemudian pemilihan *PhET Simulation* kurang tepat untuk materi gelombang bunyi karena fiturnya yang terbatas sehingga hanya bisa melakukan percobaan tertentu. Dalam konteks perangkat keras, penelitian ini terbatas pada penggunaan komputer atau laptop, *proyektor LCD* dan speaker. Kemudian jaringan yang tidak stabil menjadi kendala dalam pengembangan *e-modul* ini.

d. Membuat gaya manual *(Produce a style manual)*

Peneliti merancang penggunaan tata bahasa yang cermat untuk memastikan bahwa teks menjadi lebih mudah dipahami oleh pembaca.[68] Ini melibatkan penggunaan tanda baca yang tidak menimbulkan kebingungan,

---

[67] Erina Dwi Susanti dan Ummu Sholihah, "Pengembangan E-Modul Berbasis Flip Pdf Corporate Pada Materi Luas Dan Volume Bola," *RANGE: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol 3, no. 1 (2021): 37–46.

[68] Fikran Fadli, "Analisis Penggunaan Tanda Baca Dan Hurup Kapital Dalam Karya Surat Siswa," *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, vol 7, no. 2 (2021): 2019–2022.

penerapan huruf kapital yang tepat di awal kalimat, pemakaian kata baku dan penyisipan elemen suara dan gambar untuk menjadikan teks lebih menarik.

e. Menentukan dan mengumpulkan sumber-sumber *(Determine and collect resources)*

Langkah ini peneliti menghimpun semua sumber dan materi yang relevan dengan topik yang dibutuhkan selama proses pengembangan. Sumber dan materi yang dikumpulkan melibatkan buku-buku terkait dengan materi pembelajaran. Pada tahap ini peneliti juga menggunakan buku sebagai referensi materi didalam modul yang terdiri dari karangan Dauglas C.Giancoli, Marthen Kanginan, Siswanto dan Sukaryadi, Aip Saripudin, Issi Annisa (Modul Kemendikbud), Nurlina dan Riskawati. Selanjutnya pengumpulan perangkat komputer atau laptop, speaker dan *proyektor LCD*. Untuk pembuatan modul pembelajaran peneliti memanfaatkan *Microsoft Office*, aplikasi *CapCut* untuk meghasilkan video, perangkat lunak *PhET Simulation* sebagai pengganti praktikum nyata dan *Flip PDF Corporate Edition* untuk menghasilkan modul dalam format elektronik.

f. *Brainstorming* dengan guru mata pelajaran

Brainstorming atau curah pendapat adalah suatu metode di mana sekelompok orang mengumpulkan sejumlah besar gagasan dalam waktu yang singkat.[69] Sesi brainstorming dengan guru mata pelajaran dilakukan dengan tujuan menciptakan solusi penyelesaian masalah melalui wawancara dan diskusi terbuka dengan guru, serta memanfaatkan hasil angket. Hasil dari

[69] Darningwati Darningwati, Yunda Lestari dan Bambang Sulistyo, "Keefektifan Penerapan Metode Brainstorming Untuk Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa Dalam Menulis Teks Berita," *KREDO : Jurnal Ilmiah Bahasa Dan Sastra*, vol 4, no. 1 (2020): 52–66.

interaksi tersebut adalah ide pengembangan suatu bahan ajar yang dapat meningkatkan pemahaman konsep gelombang bunyi bagi peserta didik. Solusi yang didapatkan adalah pembuatan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* dengan menggunakan bantuan *PhET Simulation*.

2. Desain *(design)*

Pada tahapan ini peneliti melakukan empat langkah tahapan Alessi dan Trollip, yaitu:

a. Mengembangkan ide *(Develop initial content ideas)*

Proses pengembangan ide merupakan langkah awal dalam tahap perancangan. Pada tahap ini, peneliti memulai pembuatan *e-modul* dengan merubah teks menjadi kalimat menggunakan *Microsoft Word*. Langkah berikutnya melibatkan penyesuaian *header* dan *footer* dengan menambahkan gambar yang diunduh dari *Pngtree* melalui situs web untuk meningkatkan estetika *e-modul*. Proses produksi *e-modul* pembelajaran melibatkan berbagai elemen, termasuk pembuatan tampilan awal *e-modul* dengan menciptakan video contoh soal pipa organa, serta video mengenai gelombang bunyi pada zat cair dan udara, senar, pipa organa, dan animasi efek Doppler yang diambil dari sumber di *YouTube*. Animasi pendukung yang relevan dengan materi gelombang bunyi juga diambil dari internet. Bagian lembar kerja untuk peserta didik menggunakan *PhET Simulation* sebagai pengganti praktikum nyata. Untuk menghasilkan media pembelajaran dalam format elektronik, peneliti menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* agar dapat menyertakan video dan membuat *e-modul* lebih menarik.

b. Melakukan Analisis Tugas dan Konsep *(Conduct task and concept analyses)*

Analisis Tugas adalah sebuah aktivitas yang melibatkan pemecahan berbagai kegiatan atau tugas menjadi serangkaian langkah-langkah kecil, yang kemudian diajarkan kepada peserta didik.[70] Langkah analisis tugas ini bertujuan untuk menyusun materi secara sistematis dengan menciptakan peta konsep. Dengan demikian isi dari *e-modul* pembelajaran dapat lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Selain itu, dalam analisis konsep perhatian utama diberikan pada manajemen dan penyusunan informasi yang terdapat dalam *e-modul* pembelajaran untuk mempermudah pemahaman peserta didik.

c. Menyiapkan prototipe *(Prepare a prototype)*

Prototipe dibuat untuk menentukan kebutuhan.[71] Tujuan dari prototipe ini adalah untuk mempermudah peneliti dalam mengembangkan produk. Pada tahap ini, peneliti merancang produk berdasarkan analisis ide yang telah dilakukan sebelumnya. Proses tersebut mencakup pembuatan gaya atau desain produk secara manual dan melibatkan kolaborasi dalam sesi *brainstorming* dengan guru mata pelajaran. Semua usaha ini dilakukan dengan tujuan mengubah ide-ide menjadi produk yang memuaskan.

d. Membuat *flowchart* dan *storyboard*

Flowchart dalam penelitian ini adalah diagram atau representasi visual yang menunjukkan langkah-langkah dari suatu proses pemrograman.

---

[70] Yessy Muthia, Quratul Aini dan Mega Iswari, "Efektivitas Analisis Tugas Dalam Meningkatkan Keterampilan Membuat Kerupuk Ikan Bagi Anak Tunagrahita Ringan," *Jurnal Penelitian Pendidikan Khusus*, vol 7, no. 1 (2019) : 160–165.

[71] Afri Yudha, dkk, "Perancangan Sistem Informasi Penjualan Barang Berbasis Web Pada Koperasi Karyawan" ISSN 2088-060X, XI, no. 2 (2021) : 9–19.

Flowchart juga merinci secara detil prosedur dari proses program tersebut. Fungsi dari *flowchart* adalah memberikan gambaran tentang urutan program yang dihasilkan dari satu tahap ke tahap lainnya, sehingga alur kerjanya dapat dipahami dengan mudah oleh semua orang. Selain itu, *flowchart* juga bertujuan untuk menyederhanakan rangkaian prosedur, memudahkan pemahaman terhadap informasi yang disajikan.[72]

Storyboard merupakan sketsa umum dari suatu aplikasi yang disusun secara berurutan, dengan setiap layar dilengkapi penjelasan dan spesifikasi yang menggambarkan setiap gambar, layar, dan teks.[73] Diagram alur digunakan untuk memberikan gambaran keseluruhan, sementara *storyboard* digunakan untuk memberikan rincian visual. Pada tahap ini, peneliti merancang skema atau rencana dari awal hingga akhir kegiatan.

3. Pengembangan *(developmet)*

a. Mempersiapkan teks *(Prepare the text)*

Fase ini dalam pembuatan materi teks melibatkan pemanfaatan perangkat pengolah kata. Dalam proses ini, alat yang digunakan adalah aplikasi *Microsoft Word*. *Microsoft Word* adalah perangkat lunak yang dirancang khusus untuk melakukan pemrosesan kata. Aplikasi *Microsoft Word* termasuk *Microsoft Office* masih sangat populer hingga saat ini karena fungsinya yang sangat

[72] Gabriella Alicia dan Evelyn Vania, *"Praktek Pemrograman C++ dan Python"*, Semarang: SCU Knowledge Media, (2020) : 7-8.

[73] Rani Winarni dan Endah Resnandari Puji Astuti, "Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran" *Jurnal Teknologi Pendidikan*, Vol 4, No 2, (2020): 69–79.

berguna untuk kebutuhan umum, seperti pengolahan teks, manipulasi angka, pembuatan paragraf, dan pencetakan dokumen.[74]

b. Menuliskan kode *(Write program code)*

Beragam jenis media pembelajaran dapat digunakan, termasuk media visual, media audio, media audio visual, media cetak, dan sebagainya.[75] Pada tahap ini, variasi jenis huruf, animasi, gambar, video, dan penggunaan warna diterapkan untuk membuat teks, sehingga dapat lebih mudah dipahami dan menarik perhatian.

c. Menghasilkan grafik *(Create the graphics)*

Tahap penelitian ini grafik yang dihasilkan menggunakan *PhET simulation*, sehingga mampu menciptakan grafik yang akurat dan menarik tanpa memerlukan pembuatan grafik secara manual. Media *PhET simulation* ini dirancang untuk mendukung pemahaman konsep fisika secara visual bagi peserta didik.[76]

d. Menghasilkan audio dan video *(Produce audio and video)*

Fase ini peneliti menciptakan materi audio dan video dengan menggunakan aplikasi *CapCut* serta menggunakan perangkat lunak seperti *PhET Simulation* dan *YouTube* sebagai sumber audio dan video dalam proses pembelajaran. Keberadaan video dalam materi pembelajaran dapat

---

[74] Dewi Irmawati, dkk, "Optimalisasi Penggunaan Microsoft Office Pada Staff Paud A. Rachman," *Snaptekmas* 1 (2019): 137–140.

[75] Pari Purnaningsih, "Strategi Pemanfaatan Media Audio Visual Untuk Peningkatan Hasil Belajar Bahasa Inggris," *Jurnal Informatika Universitas Pamulang* vol 2, no. 1 (2017): 34.

[76] Dedi Riyan Rizaldi, A. Wahab Jufri dan Jamaluddin Jamaluddin, "PhET: Simulasi Interaktif Dalam Proses Pembelajaran Fisika," *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, vol 5, no. 1 (2020) : 10–14.

meningkatkan pemahaman peserta didik melalui presentasi visual yang dapat diputar. Video juga memberikan dukungan signifikan bagi pendidik dalam menyampaikan materi yang kompleks dan sulit dipahami oleh peserta didik.[77]

e. Menggabungkan bagian *(Assemble the pieces)*

Seluruh elemen komponen program yang dihasilkan dibentuk berdasarkan kerangka modul yang mencakup: 1) cover depan, 2) *flowchart*, 3) pengantar, 4) daftar isi, 5) peta konsep, 6) pendahuluan yang mencakup KD dan IPK, deskripsi *e-modul*, petunjuk penggunaan *e-modul* dan panduan penggunaan *PhET Simulation*, 7) peta konsep, 8) pembelajaran, 9) uji kompetensi, 10) kunci jawaban dan pedoman penskoran, 11) glosarium, 12) daftar pustaka, 13) lampiran, 14) profil penulis dan 15) sampul belakang.[78] Elemen-elemen yang telah diproduksi, seperti teks, gambar, audio dan video disatukan untuk membentuk *e-modul*. *E-modul* yang telah dirancang kemudian diperkaya dengan mengintegrasikan *PhET Simulation* untuk meningkatkan daya tarik pengguna pada materi gelombang bunyi di SMA/MA.

2. Kelayakan *E-Modul* Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulation* Pada Materi Gelombang Bunyi

a. Uji Alfa *(alpha test)*

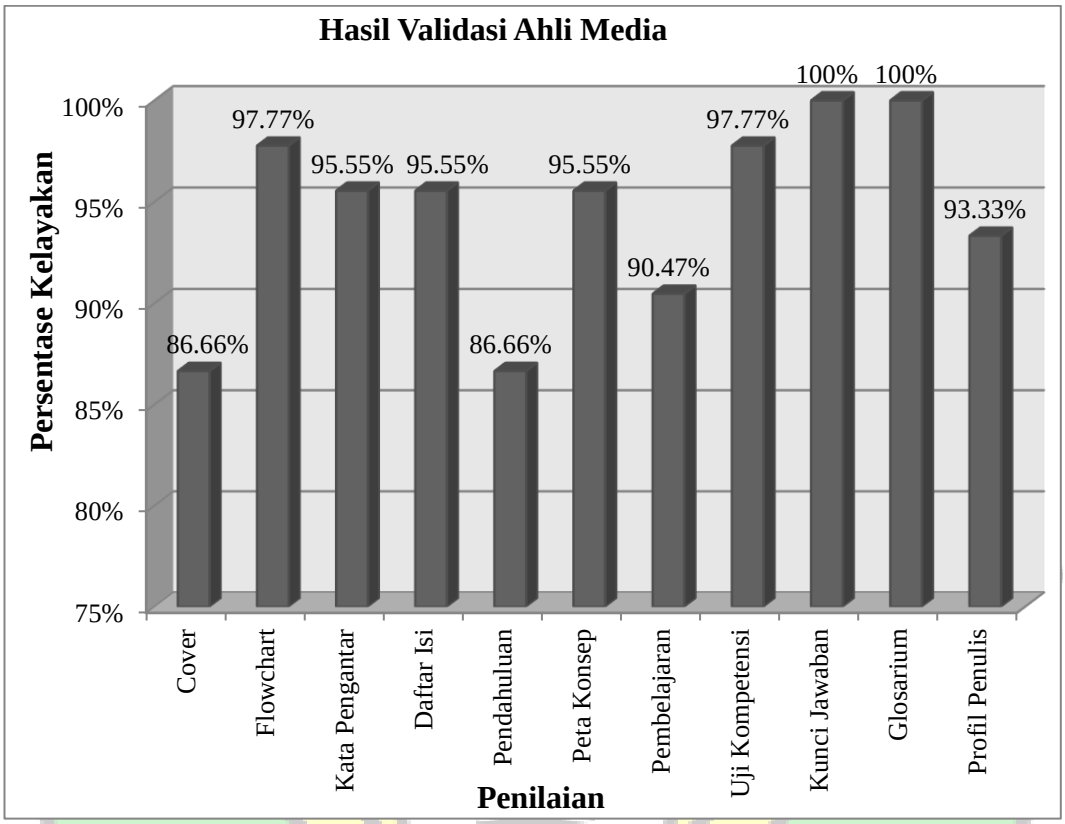
Uji alfa adalah tahap validasi yang digunakan untuk menilai kualitas *e-modul* pembelajaran yang telah dibuat. Penilaian oleh para ahli media terhadap

---

[77] Lina Novita, Elly Sukmanasa, dan Mahesa Yudistira Pratama, "Penggunaan Media Pembelajaran Video Terhadap Hasil Belajar Siswa SD". Indonesian Journal of Primary Education, Vol. 3, No. 2 (2019), hal : 67.

[78] Kemendikbud, *"Panduan Praktis Penyusunan E-Modul Pembelajaran",* Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA (2017), hal : 7-8.

kelayakan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* dapat ditemukan dalam grafik pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20. Grafik Validasi Ahli Media

Berdasarkan data hasil validasi oleh ahli media yang terdapat dalam Tabel 4.3, dari 11 aspek penilaian yang melibatkan desain sampul *e-modul* (cover) dengan skor persentase 86,66% kategori sangat layak, *flowchart* dengan skor persentase 97,77% kategori sangat layak, kata pengantar dengan skor persentase 95,55% kategori sangat layak, daftar isi dengan skor persentase 95,55% kategori sangat layak, pendahuluan dengan skor persentase 86,66% kategori sangat layak, peta konsep dengan skor persentase 95,55% kategori sangat layak, pembelajaran dengan skor persentase 90,47% kategori sangat layak, uji kompetensi dengan skor persentase 97,77% kategori sangat layak,

kunci jawaban dengan skor persentase 100% kategori sangat layak, glosarium dengan skor persentase 100% kategori sangat layak dan terakhir profil penulis dengan dengan skor persentase 93,33% kategori sangat layak. Secara keseluruhan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery larning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi memperoleh total rata-rata skor persentase 94,48% kategori sangat layak.

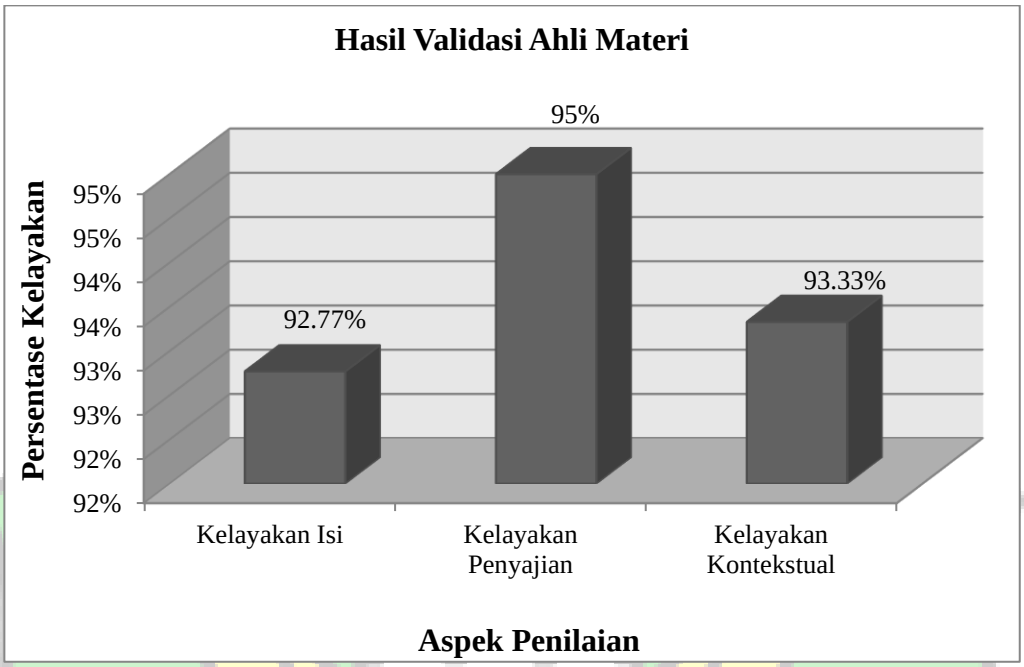
Penelitian ini sejalan dengan yang sudah dilakukan peneliti sebelumnya mendapatkan skor persentase 97,62% diklasifikasikan sebagai sangat layak dijadikan solusi diterapkan oleh peserta didik sebagai sumber belajar.[79] Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Rida Anastasia Nasution dan Ani Sutiani bahwa *e-modul* berbasis *discovery learning* yang terintegrasi dengan literasi sains dalam topik larutan asam basa yang telah dikembangkan telah memenuhi standar sebagai materi pembelajaran yang menarik. Penilaian dari ahli media mencapai persentase 91,44% dengan kriteria sangat valid.[80] Berdasarkan temuan dari penelitian ini dan penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi yang telah dikembangkan memiliki tingkat kelayakan yang sangat baik dan dapat efektif digunakan sebagai bahan ajar di sekolah.

---

[79] Fitriyawany, Fena Julita dan Cut Rizki Mustika, "Development of e-Module based on Simulation PhET Fluid material Dynamic in Senior High School", *Asian Journal of Science Education*, vol 5, no.2 (2022): 39-47.

[80] Rida Anastasia Nasution dan Ani Sutiani " Pengembangan Modul Berbasis Discovery Learning Terintegrasi Literasi Sains Pada Pokok Bahasan Larutan Asam Basa di SMA Swasta Cerdas Murni" *Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol 7, no. 2 (2022): 249–259.

Selanjutnya penilaian yang dilakukan oleh validator terhadap *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* oleh dosen ahli materi dapat dilihat melalui grafik yang terdapat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21. Grafik Validasi Ahli Materi

Berdasarkan penilaian data hasil validasi oleh ahli materi yang terdapat dalam Tabel 4.4, dari 3 aspek kelayakan dan 10 penilaian. Pada aspek kelayakan isi yang melibatkan kesesuaian materi dengan KI dan KD, keakuratan materi, kemutakhiran materi dan mendorong keingintahuan dengan skor persentase 92,77% kategori sangat layak. Selanjutnya aspek kelayakan penyajian yang meliputi teknik penyajian, pendukung penyajiaan, penyajian pembelajaran, koherensi dan keruntutan alur pikir dengan skor persentase 95% kategori sangat layak. Kemudian aspek kelayakan kontekstual yang meliputi hakikat kontekstual dan terakhir komponen kontekstual dengan dengan skor persentase 93,33% kategori sangat layak. Dengan demikian, secara

keseluruhan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi memperoleh total rata-rata skor persentase 93,7% kategori sangat layak.

Penelitian yang dilakukan Tri Anita Nur Hasanah, Choirul Huda dan Maris Kurniawati pada materi gelombang bunyi dengan skor 3,59 dengan penilaian sangat layak digunakan.[81] Selanjutnya Shinta Dewi Susanti, Muhammad Reyza Arief Taqwa dan Sulur Hasil uji validitas *e-modul* berbasis *discovery learning* dengan bantuan *PhET* menunjukkan nilai tertinggi sebesar 93% pada bagian materi. Hal ini disebabkan oleh penyajian materi yang lengkap dan sesuai dengan indikator tujuan yang ditetapkan untuk mahasiswa. Ini berarti bahwa produk memenuhi kriteria kevalidan yang sangat baik.[82] Hal ini sesuai dengan penilaian dari ahli materi yang memberikan persentase sebesar 85,33% dengan kriteria sangat valid.[83] Sehingga *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi yang telah dikembangkan memiliki tingkat kelayakan yang sangat baik dan dapat digunakan sebagai bahan ajar di sekolah.

Menurut penilaian dari ahli terhadap *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi

---

[81] Tri Anita Nur Hasanah, Choirul Huda dan Maris Kurniawati, "Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Gelombang Bunyi Untuk Siswa SMA Kelas XII," *Momentum: Physics Education Journal* 1, no. 1 (2017): 56.

[82] Shinta Dewi Susanti, Muhammad Reyza Arief Taqwa dan Sulur, "Pengembangan E-Module Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Mahasiswa," *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, vol 6, no. 2 (2020): 287–296.

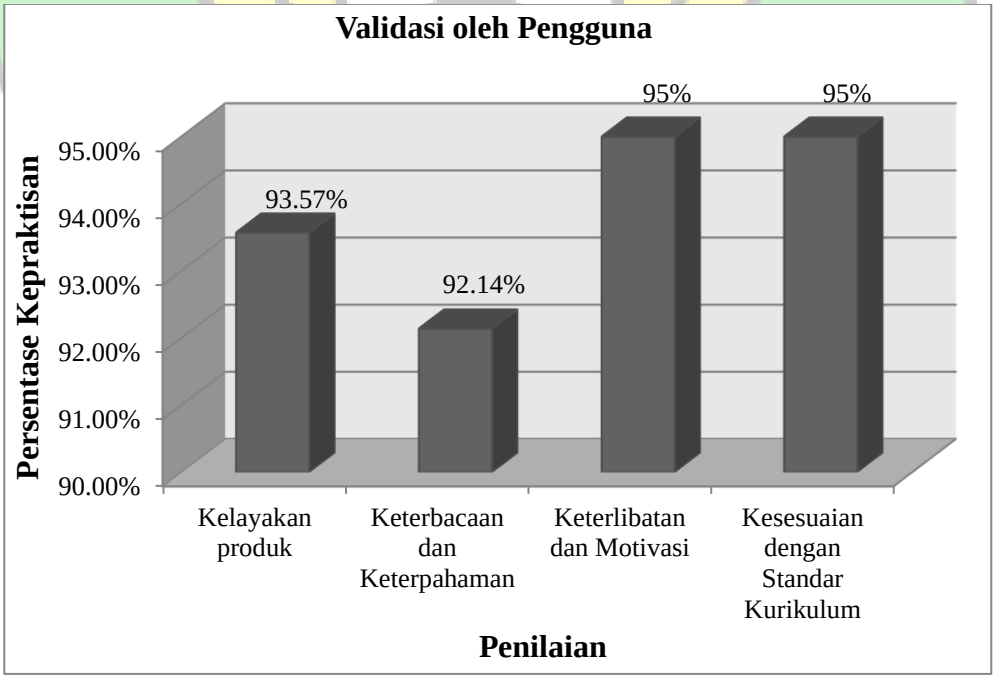
[83] Rida Anastasia Nasution dan Ani Sutiani " Pengembangan Modul Berbasis Discovery Learning Terintegrasi Literasi Sains Pada Pokok Bahasan Larutan Asam Basa di SMA Swasta Cerdas Murni" *Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol 7, no. 2 (2022): 249–259.

disimpulkan bahwa *e-modul* pembelajaran dapat digunakan dengan melakukan revisi sesuai dengan saran yang diberikan yang terdapat dalam Tabel 4.6. Berdasarkan penilaian yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi, dapat disimpulkan bahwa *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA yang dikembangkan memperoleh nilai persentase keseluruhan kelayakan sebesar 94,09% dengan kategori sangat layak.

3. Kepraktisan *E-Modul* Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulation* Pada Materi Gelombang Bunyi

a. Uji Beta *(beta test)*

Penilaian dari pengguna terhadap *e-modul* pembelajaran dapat ditemukan pada grafik Gambar 4.22 sebagai berikut:



Gambar 4.22. Grafik Validasi oleh Pengguna

Berdasarkan analisis data hasil validasi melalui menyebarkan angket, pada aspek penilaian kepraktisan produk dengan skor persentase 93,57% kategori sangat layak. Selanjutnya aspek penilaian keterbacaan dan keterpahaman dengan skor persentase 92,14% kategori sangat layak. Selanjutnya aspek penilaian keterlibatan dan motivasi dengan skor persentase 95% kategori sangat layak. Kemudian yang terakhir aspek penilaian kesesuaian dengan standar kurikulum dengan skor persentase 95% kategori sangat layak. Dengan demikian, secara keseluruhan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery larning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi memperoleh total rata-rata skor persentase 93,92% kategori sangat layak.

Penggunaan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* ini memudahkan memahami konsep gelombang secara detail dan mudah diamati oleh peserta didik. *E-modul* disusun secara komprehensif dan berisi suatu rangkaian pembelajaran yang dirancang dan disusun untuk membantu mencapai tujuan pembelajaran dengan menyajikan gambar, audio, animasi dan video yang menarik sehingga dapat memotivasi belajar peserta didik.[84] Selain itu, respons peserta didik terhadap modul fisika berbasis juga sangat tertarik, dengan persentase sebesar 85,67%, yang masuk ke dalam kategori sangat layak.[85] Keberadaan *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* mengajarkan konsep fisika

---

[84] Tri Wahyuni, Sri Wahyuni dan Yushardi., "Pengembangan Modul Multimedia Interaktif Berbasis E-Learning Pada Pokok Bahasan Besaran dan Satuan di SMA," *Jurnal Pembelajaran Fisika*, vol. 6, no. 4 (2017) : 409.

[85] Sabaruddin dan Lula Nadia, "Pengembangan Modul Fisika Pada Materi Tekanan di MTsN", *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, vol 4, no.2 (2018) : 4-10.

gelombang bunyi yang cenderung abstrak untuk divisualisasikan. Peserta didik dapat melihat secara langsung melalui video dan praktikum *online* bukan hanya mengandalkan imajinasi dari penjelasan guru. Hal ini membantu mencegah kebosanan peserta didik selama proses pembelajaran.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengembangan produk yang telah dikembangkan maka desain dari *e-modul* berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang bunyi di SMA/MA diselesaikan melalui tiga fase, yakni perencanaan, perancangan dan pengembangan. Langkah-langkah tersebut menghasilkan produk berupa *e-modul* berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation*. *E-modul* ini menyajikan materi serta simulasi yang dapat digunakan sebagai praktikum virtual untuk memperkaya pengalaman pembelajaran peserta didik dalam proses belajar mengajar.
2. Dari hasil analisis data kelayakan yang telah dilakukan maka didapatkan uji alfa dengan penilaian dari ahli media mendapatkan skor persentase sebesar 94,48% kategori sangat layak dan ahli materi mendapatkan skor sebesar 93,7% kategori sangat layak. Sehingga total rata-rata skor persentase sebesar 94,09% kategori sangat layak.
3. Hasil kepraktisan berdasarkan uji beta mendapatkan skor persentase 93,92% kategori sangat layak, maka *e-modul* pembelajaran berbasis *discovery learning* berbantuan *PhET Simulation* dapat digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran fisika pada materi gelombang bunyi di SMA/MA.

B. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, peneliti menyampaikan beberapa saran antara lain:

1. Pemilihan *PhET Simulation* kurang tepat pada materi gelombang bunyi dikarenakan fiturnya masih terbatas, sehingga hanya memungkinkan melakukan percobaan pada materi tertentu.
2. Perlu mengembangkan produk dengan kurikulum merdeka.
3. Perlu menggunakan jaringan dengan kualitas yang bagus dan stabil.
4. Penggunaan *Flip PDF Corporate Edition* harus dengan versi yang terbaru agar bisa dipublish secara *online*.
5. Penggunaan *Flip PDF Corporate Edition* membutuhkan waktu yang cukup lama.
6. Produk harus dibagikan sebelum hari uji coba produk.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Yasid, Yushardi dan Dina Handayani. 2017. "Pengaruh Frekuensi Gelombang Bunyi Terhadap Perilaku Lalat Rumah *(Musca Domestica)*," *Jurnal Pembelajaran Fisika*. vol. 5, no. 2.

Afri Yudha, dkk. 2019. "Perancangan Sistem Informasi Penjualan Barang Berbasis Web Pada Koperasi Karyawan" ISSN 2088-060X, vol XI, no. 2.

Ahmad, Kenti Yuliana, dkk. 2019. "Pengembangan Media Belajar Berbasis Desktop Untuk Mengenal Kearifan Lokal Dan Destinasi Wisata Kalimantan Selatan," *Lentera: Jurnal Pendidikan*. vol 14, no. 1.

Alessi, S. M. & Trollip, S. R. (2001). *Multimedia for Learning: Methods and Development.* USA: Allyn and Bacon.

Asnita dan Erizal Gani. 2020. "Pengaruh Penggunaan Model *Discovery Learning* Terhadap Keterampilan Menulis Teks Eksplanasi Siswa Kelas Viii Smp Negeri 20 Padang," *Pendidikan Bahasa Indonesia*. vol 9, no. 1.

Asri Musandi Waraulia. 2020 "Bahan Ajar Teori Dan Prosedur Penyusunan," *UNIPMA Press*.

Atris Putri Ningrum, dkk. 2017. "Pengembangan Bahan Ajar Berupa Modul Berbasis," *Jurnal Pembelajaran Fisika*. vol. 5, no. 4.

Bukit, Novita Riskyka Sari. 2022 "*Pengembangan E-Modul Berbasis Discovery Learning Pada Materi Hukum Newton Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Di SMA Negeri 7 Medan T.P 2021/2022"*. Undergraduate thesis, UNIMED.

Darningwati Darningwati, Yunda Lestari dan Bambang Sulistyo. 2021 "Keefektifan Penerapan Metode Brainstorming Untuk Meningkatkan Kemampuan Mahasiswa Dalam Menulis Teks Berita," *KREDO : Jurnal Ilmiah Bahasa Dan Sastra*. vol 4, no. 1.

Dauglas C. Giancoli. 2014. *Fisika Prinsip dan Aplikasi Edisi Ketujuh.* Jakarta: Erlangga.

Dedi Riyan Rizaldi, A. Wahab Jufri dan Jamaluddin Jamaluddin. 2020. "PhET: Simulasi Interaktif Dalam Proses Pembelajaran Fisika," *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan.* vol 5, no. 1.

Desi Ariana, dkk. 2020 “Pengembangan Modul Berbasis *Discovery Learning* Pada Materi Jaringan Tumbuhan Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas XI IPA SMA,” *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA.* vol 11, no. 1.

Dewi Armitha Basri, dkk. 2019. Implementasi simulasi PhET Simulasi *(Physics Education Technolog*y) dan KIT IPA terhadap keterampilan proses sains peserta didik SMA Negeri 6 Pinrang. *Jurnal sains dan Pendidikan fisika*. Jilid 15, no. 3.

Dewi Irmawati, dkk. 2019. “Optimalisasi Penggunaan *Microsoft Office* Pada Staff Paud A. Rachman,” *Snaptekmas* 1.

Direktur Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, 2017. Panduan Praktis Penyusunan *E-Modul*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Edi Ilimu Saparuddin. 2021. “Penggunaan *E-Modul Berbasis Discovery Learning* Melalui Pendekatan *Lesson Study* terhadap Kemampuan Kognitif Peserta Didik,” *Jurnal Biotek.* vol 9, no. 1.

Endang Nuryasana dan Noviana Desiningrum. 2020 “Pengembangan Bahan Ajar Strategi Belajar Mengajar Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa,” *Jurnal Inovasi Penelitian.* vol 1, no. 5.

Enna Marti Eka Putri, Irwan Koto, dkk. 2018 Peningkatan Keterampilan proses sains dan penguasaan konsep gelombang cahaya dengan penerapan model inkuiri berbantuan simulasi PhET di kelas XI MIPA SMAN 2 Kota Bengkulu. *Jurnal kumparan Fisika.* vol. 1, no. 2.

Erina Dwi Susanti dan Ummu Sholihah. 2021. “Pengembangan *E-Modul* Berbasis *Flip Pdf Corporate* Pada Materi Luas Dan Volume Bola,” *RANGE: Jurnal Pendidikan Matematika.* vol 3, no. 1.

Fikran Fadli. 2021. “Analisis Penggunaan Tanda Baca Dan Hurup Kapital Dalam Karya Surat Siswa,” *Jurnal Ilmiah Mandala Education.* vol 7, no. 2.

Fitriyawany, Fena Julita dan Cut Rizki Mustika. 2022. “Development of e-Module based on Simulation PhET Fluid material Dynamic in Senior High School”. *Asian Journal of Science Education*, vol 5, no.2.

Gabriella Alicia dan Evelyn Vania. 2020. *Praktek Pemrograman C++ dan Python.* Semarang: SCU Knowledge Media.

Halim, dkk. 2015. Pengembangan modul berbasis phet untuk meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa pada materi pembiasan cahaya.*Jurnal Pendidikan sains Indonesia*. vol. 03, no 01.

Hasil observasi di SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu pada tanggal 02 Februari 2023.

Hilda Mazlina dan Fera Annisa. 2018. "Penggunaan Multimedia Interaktif Pada Pembelajaran Konsep Fluida di Kelas XI MAN Banda Aceh". *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan.* ISSN: 2460-4348.

Iis Ernawati. 2017. "Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Administrasi Server," *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*. vol. 2, no. 2.

Ismi Laili, Ganefri dan Usmeldi. 2019 "Efektivitas Pengembangan *E-Modul Project Based Learning* Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik," *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*. vol. 3, no. 3.

Issi Annisa. 2020. *"Modul Fisika Kelas XI KD 3.11 Alat Optik Fisika XI"* Jakarta: Kemendikbud.

Kanginan, Marthen. 2017. *Fisika Kelas 2 SMA/MA.* Jakarta: Erlangga

Kemendikbud. 2017. *"Panduan Praktis Penyusunan E-Modul Pembelajaran",* Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA.

Kharismawati, Limala Ratni Sri, dkk. 2020. *HOTS-Oriented Module: Discovery Learning*. Jakarta Selatan: SEAMEQ QITEP *in Language*.

Kornelius Kristianto, Oktavianus Ama Ki`i, dan Egidius Dewa. 2023. "Penerapan Simulasi PhET Sebagai Virtual Laboratorium Pada Materi Getaran, Gelombang Dan Bunyi Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Aktivitas Belajar Peserta Didik Kelas VIII SMP Negeri 3 Kupang," *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika UNWIRA.* vol 1, no. 1.

Kristantiniati dan Ishafit. 2022. "Model Discovery Learning Berbantuan PheT Simulation Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Kompetensi Gerak Harmonik Sederhana," *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains & Matematika.* vol 10, no. 1.

Lina Novita, Elly Sukmanasa, dan Mahesa Yudistira Pratama. 2019. "Penggunaan Media Pembelajaran Video Terhadap Hasil Belajar Siswa SD". Indonesian Journal of Primary Education, vol. 3, no. 2.

LP3M. 2020. *Pedoman Penyusunan Modul Pendidikan Dan Pelatihan*. Surabaya : Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Maisaroh Maisaroh, dkk. 2020. “Pengembangan Modul Elektronik Berbasis *Real Life Learning* Untuk Meningkatkan Kemampuan Analisis Siswa SMK,” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*. vol 4, no. 1.

Meilan Arsanti. 2018. “Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Penulisan Kreatif Bermuatan Nilai-Nilai Pendidikan Karakter Religius Bagi Mahasiswa Prodi Pbsi, Fkip, Unissula,” *KREDO : Jurnal Ilmiah Bahasa Dan Sastra*. vol 1, no. 2.

Muhammad Fikri Sunarto dan Nur Amalia. 2022. “Penggunaan Model Discovery Learning Guna Menciptakan Kemandirian Dan Kreativitas Peserta Didik,” *BAHTERA : Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra*. vol. 21, no. 1.

Nabila Yuli Ana. 2019. “Penggunaan Model Pembelajaran *Discovery Learning* Dalam Peningkatan Hasil Belajaran Siswa Di Sekolah Dasar,” *Pedagogi: Jurnal Ilmu Pendidikan*. vol 18, no. 2.

Nurhasikin, dkk. 2020. “Pengembangan Modul Berbasis *Discovery Learning* Materi Struktur Dan Fungsi Jaringan Tumbuhan SMA,” *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*. vol. 8, no. 2.

Pari Purnaningsih. 2017. “Strategi Pemanfaatan Media Audio Visual Untuk Peningkatan Hasil Belajar Bahasa Inggris,” *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*. vol 2, no. 1.

Purwanto. 2018. *Teknik Penyusunan Instrumen Uji Validitas dan Reabilitas untuk Penelitian Ekonomi Syariah*. Magelang : StaiaPress

Rani Winarni dan Endah Resnandari Puji Astuti. 2020. “Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran” *Jurnal Teknologi Pendidikan*. vol 4, no 2.

Relimawati Giawa, dkk. 2022. “Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis *Discovery Learning* Pada Materi Perubahan Lingkungan” *Educativo: Jurnal Pendidikan*. vol 1, no. 2.

Rida Anastasia Nasution dan Ani Sutiani. 2022. “Pengembangan Modul Berbasis Discovery Learning Terintegrasi Literasi Sains Pada Pokok Bahasan Larutan Asam Basa di SMA Swasta Cerdas Murni”. *Jurnal Teknologi Pendidikan*. vol 7, no. 2.

Riduwan dan Kuncoro. 2011. *Cara Menggunakan dan Memaknai Path Analysis (Analisis Jalur)*. Bandung: Alfabeta.

Rizky Nafaida, dkk. 2017. “Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Keterampilan Literasi” *UIN (Ubiversias Islam Negeri) Alauddin Makassa*. vol 6, no. 2.

Sabaruddin dan Lula Nadia. 2018. “Pengembangan Modul Fisika Pada Materi Tekanan di MTsN”, *Jurnal Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*. vol 4, no.2.

Sarwadi. 2015. Fisika SMA/MA. Yogyakarta : Literindo.

Shinta Dewi Susanti, Muhammad Reyza Arief Taqwa, dan Sulur Sulur, “Pengembangan E-Module Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Mahasiswa,” *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*. vol 6, no. 2.

ST. Misbach, dkk. 2019. “Pengembangan Bahan Ajar Konsep Suhu Dan Kalor Berbasis Android,” *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)* vol 7, no. 1.

Sugiyono. 2019. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung. Alfabeta

Syafrida Hafni Sahir. 2022. *Metodologi Penelitian.* Yogyakarta : KBM Indonesia

Syahrum dan Salim. 2012. *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Bandung : Citapustaka Media

Syarifah Rahmiza Muzana, dkk. 2021. “Penggunaan *Simulasi PhET* Terhadap Efektivitas Belajar IPA,” *Jurnal Dedikasi Pendidikan.* vol 5, no. 1.

Syindi Isna Maulida, Trapsilo Prihandono dan Maryani. 2019. “Pengembangan Modul Fisika Gelombang Bunyi Berbasis *React* Untuk Kelas XI Ipa,” *Jurnal Pembelajaran Fisika.* vol 8, no. 3.

Tri Anita Nur Hasanah, Choirul Huda, dan Maris Kurniawati, “Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Gelombang Bunyi Untuk Siswa SMA Kelas XII,” *Momentum: Physics Education Journal.* vol 1, no. 1.

Tri Wahyuni, Sri Wahyuni dan Yushardi. 2017. “Pengembangan Modul Multimedia Interaktif Berbasis E-Learning Pada Pokok Bahasan Besaran dan Satuan di SMA”. *Jurnal Pembelajaran Fisika. v*ol. 6, no. 4.

Yessy Muthia, Quratul Aini, dan Mega Iswari. 2019. “Efektivitas Analisis Tugas Dalam Meningkatkan Keterampilan Membuat Kerupuk Ikan Bagi Anak Tunagrahita Ringan,” *Jurnal Penelitian Pendidikan Khusus.* vol 7, no. 1.

Yosi Wulandari dan Wachid E. Purwanto. 2017. “Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama”. *Jurnal Penelitian Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*. vol.3, no.2.

Yuliana, dkk. 2018. “Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Kontekstual Pada Materi Ekosistem Untuk Siswa Kelas VII SMP Al-Falah Kota Jambi,” *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam.* vol 6, no. 1.

Zaenol Fajri. 2019. “Model Pembelajaran *Discovery Learning* Dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa SD,” *Jurnal IKA PGSD (Ikatan Alumni PGSD) UNARS.* vol 7 no. 2.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1: SK Pembimbing

KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
NOMOR: B-12252/Un.08/FTK/Kp.07.6/11/2023

TENTANG:
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang :
a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk diangkat dalam jabatan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa;
c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Mengingat :
1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2012, tentang perubahan atas peraturan pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang pengelolaan keuangan Badan Layanan Umum;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 44 Tahun 2022, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Peraturan Menteri Agama Nomor 14 Tahun 2022 tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
9. Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Depag RI;
10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/Kmk.05/2011, tentang penetapan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
11. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2015, Tentang Pendelegasian Wewenang kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

KESATU : Mencabut Surat Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor : B-5192/Un.08/FTK/KP.07.6/04/2023

KEDUA : Menunjukkan Saudara :
1. Fitriyawany, S.Pd.I., M.Pd — sebagai pembimbing pertama
2. Sabaruddin, S.Pd.I., M.Pd — sebagai pembimbing kedua

Untuk membimbing Skripsi

Nama	:	Fauriza Hafni
NIM	:	200204005
Program Studi	:	Pendidikan Fisika
Judul Skripsi	:	Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA

KETIGA : Kepada pembimbing yang tercantum namanya diatas diberikan honorarium sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku;

KEEMPAT : Pembiayaan akibat keputusan ini dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA-025.04.2.423925/2023 Tanggal 30 November 2022 Tahun Anggaran 2023;

KELIMA : Surat Keputusan ini berlaku selama enam bulan sejak tanggal ditetapkan;

KEENAM : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan dirubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Surat Keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Pada tanggal : 27 November 2023
Dekan,

Safrul Muluk

Tembusan
1. *Sekjen Kementerian Agama RI di Jakarta;*
2. *Dirjen Pendidikan Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;*
3. *Direktur Perguruan Tinggi Agama Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;*
4. *Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara (KPPN), di Banda Aceh;*
5. *Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;*
6. *Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;*
7. *Yang bersangkutan;*
8. *Arsip.*

Lampiran 2 : Surat Penelitian ke SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniy.ac.id

Nomor : B-2336/Un.08/FTK.1/TL.00/01/2023
Lamp : -
Hal : ***Penelitian Ilmiah Mahasiswa***

Kepada Yth,
Kepala SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu
Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **FAURIZA HAFNI / 200204005**
Semester/Jurusan : / Pendidikan Fisika
Alamat sekarang : Darussalam Banda Aceh

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul ***Analisis Kesulitan Siswa***

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 31 Januari 2023
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,

Berlaku sampai : 28 Februari 2023

Habiburrahim, M.Com., M.S., Ph.D.

Lampiran 3 : Surat Balasan dari Sekolah Setelah Penelitian

MAJELIS PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
SMA SWASTA MUHAMMADIYAH-9 KUALUH HULU
Jalan Gazali Sinaga No.3 Aekkanopan ☎ 0624 - 92715
Kecamatan Kualuh Hulu, Kab. Labuhanbatu Utara, Prov. Sumatera Utara
Kode Pos 2145 Email: smamuhammadiyah9@ymail.com
NPSN: 10205376 - Terakreditasi : A Tahun 2021

SURAT BALASAN

Nomor : 052/III.4.AU/F/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Biodata Kepala Sekolah

Nama	: **H. ABDUL KAMAL MUNTHE, SH**
NKTAM	: 864 190
Jabatan	: Kepala Sekolah
Unit Kerja	: SMA Swasta Muhammadiyah-09 Kualuh Hulu

Menerangkan bahwa :

Nama	: **FAURIZA HAFNI**
NIM	: 200204005
Program Studi	: Pendidikan Fisika
Jenjang	: S-1

Telah melaksanakan Penelitian di SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu Labuhanbatu Utara pada tanggal 2 Februari 2023 berdasarkan surat dari Kementerian Agama Universitas Islam Negeri Ar – Raniry Falkutas Tarbiyah dan Keguruan, Nomor : B-2336/Un.08/FTK.1/TL.00/01/2023 pada tanggal 31 Januari 2023, Hal : Permohonan Izin melakukan Penelitian dengan Judul ***"Analisis Kesulitan Siswa".***

Demikian Surat Balasan ini diperbuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Aekkanopan, 2 Februari 2023

Kepala SMA Swasta Muhammadiyah 09
Kualuh Hulu,

H. ABDUL KAMAL MUNTHE, SH

Lampiran 4 : Angket Analisis Kebutuhan dan Kesulitan Peserta Didik

Angket Analisis Kebutuhan Kesulitan Materi

Materi Fisika Kelas XI SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu Semester Genap 2022/2023

Nama	Reza fahlevi tanjung
Kelas	XI IPa 3
Mapel	Fisika
Hari/Tanggal	kamis 2-2-2023
Nama Sekolah	SMP muhammadiyah 5 KH

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan memberi tanda silang (x) pada pilihan jawaban anda.

1. Bahan ajar apakah selain buku dari sekolah yang dapat membantu anda dalam memahami materi fisika?
   a. Animasi dan Buku Fiksi
   b. *E-Modul*
   c. Alat Peraga
   ✗ Video/ Animasi dan virtual lab

2. Apakah anda membutuhkan praktikum alternative yang dapat digunakan untuk mempelajari konsep fisika secara lebih mudah dan lebih menarik?
   ✗ Sangat Membutuhkan
   b. Cukup Membutuhkan
   c. Kurang Membutuhkan
   d. Tidak Membutuhkan

3. Jika dikonsep Fisika dengan praktikum, praktikum seperti apa yang ingin anda peroleh dalam meningkatkan pemahaman anda pada konsep Fisika?
   ✗ Praktikum secara Demonstrasi
   b. Praktikum secara Laboratorium
   c. Laboratorium *Virtual* Simulasi *PhET*
   d. Praktikum Sederhana Menggunakan Alat Peraga

4. Saran anda untuk pembelajaran Fisika menjadi lebih dipahami apabila.....
   a. Pelajaran dikaitkan dengan Praktikum
   b. Guru Menyajikan Laboratorium Virtual
   ✗ Melakukan Diskusi dalam Kelompok
   d. Dikaitkan dengan Kehidupan Sehari-hari

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

A. Petunjuk

1. Lembar angket analisis ini dimaksudkan untuk menentukan materi yang akan digunakan untuk penelitian skripsi.
2. Mohon diberi tanda *checklist*(√) pada kolom SS, S, M, SM, sesuai rentang penilaian dibawah ini dengan penilai secara obyektif.
   1 : Sangat Sulit (SS)
   2 : Sulit (S)
   3 : Mudah (M)
   4 : Sangat Mudah (SM)
3. Berikan lah jawaban yang tepat pada pertanyaan-pertanyaan dibawah ini.

B. Angket

No	Konsep/Materi	SS	S	M	SM
1	Hukum Termodinamika		✓		
2	Gelombang Bunyi	✓			
3	Gelombang Cahaya			✓	
4	Alat-Alat Optik				✓
5	Pemanasan Global		✓		

C. Pertanyaan

Pertanyaan dibawah ini merupakan alasan siswa/i memilih materi berdasarkan keempat kriteria diatas.

1. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sangat mudah,berikan alasannya!
   karena sangat mudah dimengerti
2. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria mudah,berikan alasannya!
   karena mudah dimengerti
3. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sulit,berikan alasannya!
   karena rumusnya sedikit sulit
4. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sangat sulit,berikan alasannya!
   susah dimengerti

Angket Analisis Kebutuhan Kesulitan Materi

Materi Fisika Kelas XI SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu Semester Genap 2022/2023

Nama	Titi Yuniati Harahap, S.Si
Kelas	
Mapel	Fisika
Hari/Tanggal	Kamis, 02 Februari 2023
Nama Sekolah	SMA Swasta Muhammadiyah 9 Kualuh Hulu

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan memberi tanda silang (x) pada pilihan jawaban anda.

1. Bahan ajar apakah selain buku dari sekolah yang dapat membantu anda dalam memahami materi fisika?
   a. Animasi dan Buku Fiksi
   X *E-Modul*
   c. Alat Peraga
   d. Video/ Animasi dan virtual lab

2. Apakah anda membutuhkan praktikum alternative yang dapat digunakan untuk mempelajari konsep fisika secara lebih mudah dan lebih menarik?
   X Sangat Membutuhkan
   b. Cukup Membutuhkan
   c. Kurang Membutuhkan
   d. Tidak Membutuhkan

3. Jika dikonsep Fisika dengan praktikum, praktikum seperti apa yang ingin anda peroleh dalam meningkatkan pemahaman anda pada konsep Fisika?
   X Praktikum secara Demonstrasi
   b. Praktikum secara Laboratorium
   c. Laboratorium *Virtual* Simulasi *PhET*
   d. Praktikum Sederhana Menggunakan Alat Peraga

4. Saran anda untuk pembelajaran Fisika menjadi lebih dipahami apabila.....
   a. Pelajaran dikaitkan dengan Praktikum
   b. Guru Menyajikan Laboratorium Virtual
   X Melakukan Diskusi dalam Kelompok
   d. Dikaitkan dengan Kehidupan Sehari-hari

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

A. Petunjuk

1. Lembar angket analisis ini dimaksudkan untuk menentukan materi yang akan digunakan untuk penelitian skripsi.
2. Mohon diberi tanda *checklist*(√) pada kolom SS, S, M, SM, sesuai rentang penilaian dibawah ini dengan penilai secara obyektif.
   1 : Sangat Sulit (SS)
   2 : Sulit (S)
   3 : Mudah (M)
   4 : Sangat Mudah (SM)
3. Berikan lah jawaban yang tepat pada pertanyaan-pertanyaan dibawah ini.

B. Angket

No	Konsep/Materi	SS	S	M	SM
1	Hukum Termodinamika			√	
2	Gelombang Bunyi	√			
3	Gelombang Cahaya			√	
4	Alat-Alat Optik		√		
5	Pemanasan Global				√

C. Pertanyaan

Pertanyaan dibawah ini merupakan alasan siswa/i memilih materi berdasarkan keempat kriteria diatas.

1. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sangat mudah,berikan alasannya!
   Karena Materi Pemanasan Global Sangat mudah untuk difahami sbab berhubungan dengan kejadian alam.
2. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria mudah,berikan alasannya!
   Makri Dapat difahami dengan Berbagai metode Pembelajaran
3. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sulit,berikan alasannya!
   Sbab Siswa harus memperhitungkan segala Besaran yg ada pada alat-alat optik
4. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sangat sulit,berikan alasannya!
   Materi terlalu Berat dan pemahaman gelombang bunyi sangat sulit untuk difahami siswa dengan berbagai keadaan siswa.

Lampiran 5 : Hasil Angket Kesulitan Materi

Angket Analisis Kesulitan Materi

No	Materi	SS	S	M	SM	Total	Persentase (%)	Peringkat
1	Hukum Termodinamika	4	13	9	4	77	18,47	3
2	Gelombang Bunyi	22	8	0	0	112	26,86	1
3	Gelombang Cahaya	4	16	8	2	82	19,66	2
4	Alat Optik	5	7	12	6	71	17,03	5
5	Pemanasan Global	5	9	12	4	75	17,99	4
Keseluruhan		40	53	41	16	417	100,00	

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

Lampiran 6 : Kisi-Kisi Instrumen

Aspek Penilaian	Butir Penilaian	No Item
Isi instrumen	1. Pernyataan pada instrumen sudah sesuai dan jelas	P-1
	2. Pernyataan pada aspek tampilan sudah sesuai dengan yang diukur	P-2
	3. Pernyataan pada aspek penggunaan sudah sesuai dengan yang diukur	P-3
	4. Pernyataan pada aspek materi sudah sesuai dengan yang diukur	P-4
	5. Instrumen relevan dengan tujuan pengukuran yang telah ditetapkan	P-5
Kriteria Instrumen	6. Instrumen dapat mengukur atau menilai apa yang sebenarnya ingin diukur	P-6
	7. Pernyataan pada instrumen konsisten	P-7
	8. Instrumen menghasilkan data yang akurat	P-8
	9. Instrumen mampu mendeteksi perubahan atau perbedaan dalam variabel yang diukur	P-9
	10. Instrumen relevan dengan konteks pengukuran	P-10
Kontruksi instrumen	11. Format instrumen sudah sesuai	P-11
	12. Petunjuk cara pengisian instrumen sudah jelas	P-12
	13. Ketepatan pernyataan terhadap yang di ukur	P-13
	14. Pernyataan sudah berurutan dan sistematis	P-14
	15. Instrumen mudah dibaca dan digunakan oleh validator	P-15

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

Lampiran 7 : Kisi-Kisi Intrumen Ahli Materi

1. ASPEK KELAYAKAN ISI

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	No Item
Kesesuaian Materi dengan SK dan KD	1. Materi yang disajikan sesuai dengan Kompetensi Dasar	P-1
	2. Materi sesuai dengan Indikator Pencapaian Kompetensi	P-2
	3. Kedalaman materi	P-3
Keakuratan Materi	4. Keakuratan konsep dan materi yang disajikan	P-4
	5. Keakuratan data yang disajikan	P-5
	6. Keakuratan definisi pada materi	P-6
Kemutakhiran Materi	7. Kesesuaian materi dengan perkembangan zaman	P-7
	8. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari- hari (Kontektual)	P-8
	9. Keakuratan notasi dan simbol yang digunakan	P-9
Mendorong Keingintahuan	10. Video yang disajikan mendorong rasa ingin tahu	P-10
	11. Gambar yang disajikan pada stimulus dapat mendorong rasa ingin tahu	P-11
	12. Tugas yang disajikan dapat mendorong rasa ingin tahu peserta didik	P-12

2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

INDIKATOR PENILAIAN	BUTIR PENILAIAN	No Item
Teknik Penyajian	1. Keselarasan materi disajikan	P-13
	2. Keterkaitan yang logis	P-14
	3. Ilustrasi gambar menarik	P-15

Pendukung Penyajian	4. Contoh soal pada materi pembelajaran	P-16
	5. Glosarium	P-17
	6. Daftar Pustaka	P-18
Penyajian Pembelajaran	7. Melibatkan peserta didik dalam pembelajaran	P-19
	8. Penggunaan ilustrasi materi tidak mengandung unsur kekerasan	P-20
	9. Penyajian materi yang kreatif, dan inovatif	P-21
Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	10. Keterkaitan pada setiap alinea pembelajaran	P-22
	11. Keutuhan makna kegiatan pembelajaran	P-23
	12. Tata letak setiap paragraf konsisten	P-24

3. PENILAIAN KONTEKSTUAL

INDIKATOR PENILAIAN	**BUTIR PENILAIAN**	**No Item**
Hakikat Kontekstual	1. Materi yang disajikan relevan dengan dunia nyata	P-25
	2. Mendorong peserta didik menerapkan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari	P-26
	3. Dapat memotivasi belajar peserta didik	P-27
Komponen Kontekstual	4. Konstruktivisme (*Constructivism*)	P-28
	5. Menemukan (*Inkuiry*)	P-29
	6. Pemodelan (*Modelling*)	P-30

Lampiran 8 : Kisi-Kisi Instrumen Ahli Media

Aspek Penilaian	Indikator	No Item
Cover	1. Penampilan unsur tata letak pada cover depan dan belakang sesuai	P-1
	2. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf	P-2
	3. Ilustrasi cover menggambarkan isi/materi (efek doppler)	P-3
Flowchart	4. Tata letak yang disajikan sesuai dengan urutan	P-4
	5. Kerapian tata letak flowchart	P-5
	6. Pemilihan font yang konsisten	P-6
Kata Pengantar	7. Pemilihan font huruf yang menarik dan mudah dibaca	P-7
	8. Meminimalisir kombinasi jenis huruf	P-8
	9. Menggunakan margin yang sesuai	P-9
Daftar Isi	10. Tata letak yang konsisten	P-10
	11. Spasi yang sesuai	P-11
	12. Mudah pencarian halaman dan judul e-modul	P-12
Pendahuluan	13. KD dan IPK sesuai dengan materi yang disajikan	P-13
	14. Petunjuk penggunaan e-modul dengan jelas	P-14
	15. Petunjuk penggunaan PhET Simulation dengan jelas	P-15
Peta Konsep	16. Kesesuaian penggunaan variasi huruf	P-16
	17. Keterkaitan materi dengan sub bab materi	P-17
	18. Kerapian susunan tata letak	P-18
Pembelajaran	19. Video dan gambar yang ditampilkan dari PhET simulation dapat memberi ransangan kepada peserta didik	P-19
	20. Penyajian gambar sesuai dengan keterangan	P-20
	21. Penyajian video dan gambar sesuai dengan isi materi	P-21
	22. Kesinambungan antara rumus matematis dengan pembelajaran	P-22
	23. Menyajikan contoh soal yang sesuai	P-23

	24. Mudah dalam praktikum menggunakan PhET simulation	P-24
	25. Mudah dalam perhitungan menggunakan PhET simulation	P-25
Uji Kompetensi	26. Soal yang disajikan dapat melatih peserta didik	P-26
	27. Soal yang disajikan sesuai dengan materi pembelajaran	P-27
	28. Soal yang disajikan mampu mengukur kemampuan peserta didik	P-28
Kunci Jawaban	29. Kunci jawaban yang benar	P-29
	30. Nilai penskoran yang sesuai	P-30
Glosarium	31. Sesuai dengan huruf alfabet	P-31
	32. Memudahkan dalam memahami istilah tertentu	P-32
Profil penulis	33. Disajikan secara lengkap	P-33
	34. Bahasa yang digunakan mudah dipahami	P-34

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

Lampiran 9 : Kisi-Kisi Instrumen Pengguna

Penilaian	Butir Penilaian	No Item
Kelayakan Produk	1. Menyesuaikan materi dengan tujuan pembelajaran	P-1
	2. Menunjukkan keterpaduan dan keselarasan antara bagian-bagian dalam bahan ajar	P-2
	3. Menyajikan keakuratan informasi yang disampaikan	P-3
	4. Menyajikan kerelevanan produk dengan kebutuhan dan minat target pengguna	P-4
Keterbacaan dan Keterpahaman	5. Menyesuaikan tingkat kesukaran materi dengan target pengguna	P-5
	6. Menyajikan kejelasan bahasa dan struktur kalimat yang digunakan	P-6
	7. Menggunakan contoh dan ilustrasi yang mendukung pemahaman	P-7
	8. Memberikan kemudahan navigasi dalam bahan ajar	P-8
Keterlibatan dan Motivasi	9. Menggunakan relevansi dan daya tarik konten terhadap target pengguna	P-9
	10. Menggunakan media yang menarik, seperti gambar, audio, atau video	P-10
	11. Menggunakan aktivitas interaktif yang memancing partisipasi pengguna	P-11
	12. Menyajikan studi kasus, masalah, atau tugas yang menantang	P-12
Kesesuaian dengan Standar dan Kurikulum	13. Menyajikan materi yang konsisten dengan standar pembelajaran yang berlaku	P-13
	14. Menghubungkan dan keberlanjutan dengan kurikulum yang digunakan	P-14
	15. Memenuhi kompetensi dan indikator pembelajaran yang ditetapkan	P-15
	16. Menyajikan keterampilan dan pengetahuan yang relevan dengan mata pelajaran	P-16

Lampiran 10 : Lembar Validasi Instrumen Untuk Instrumen

Lampiran 10a : Validator 1

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA

Judul : Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA/MA

Penyusun : Fauriza Hafni

Pembimbing 1 : Fitriyawany, M.Pd.

Pembimbing 2 : Sabaruddin, M.Pd.

Instansi : Pendidikan Fisika/Fakultas Tarbiyah dan Keguruan/ Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA/MA, maka melalui instrument ini kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-modul yang telah dibuat tersebut. Penilain Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki, membenahi dan meningkatkan kualitas e-modul ini sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya e-modul tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda *checklist* (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor	Kategori Kelayakan	Kriteria Persentase Kelayakan
1	Tidak Layak	0%-20%
2	Kurang Layak	21%-40%
3	Cukup Layak	41%-60%
4	Layak	61%-80%
5	Sangat Layak	81%-100%

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Prof. Dr. Jamaluddin, M. Ed.
NIP : 196206071991031003
Instansi : PFS - UIN AR-RANIRY

A. PENILAIAN

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Isi instrumen	1. Pernyataan pada instrumen sesuai dengan topik penelitian					✓
	2. Pernyataan pada aspek instrumen *e-modul* sudah sesuai dengan yang diukur				✓	
	3. Pernyataan pada aspek pengguna sudah sesuai dengan yang diukur					✓
	4. Pernyataan pada aspek materi sudah sesuai dengan yang diukur					✓
	5. Instrumen relevan dengan tujuan pengukuran yang telah ditetapkan					✓
Kriteria Instrumen	6. Instrumen dapat mengukur atau menilai apa yang sebenarnya ingin diukur				✓	
	7. Pernyataan pada instrumen konsisten				✓	
	8. Instrumen menghasilkan data yang akurat					✓
	9. Instrumen mampu mendeteksi perubahan atau perbedaan dalam variabel yang diukur					✓
	10. Instrumen relevan dengan konteks pengukuran					✓
Kontruksi instrumen	11. Identitas pada instrumen sudah jelas				✓	
	12. Petunjuk cara pengisian instrumen sudah jelas					✓
	13. Ketepatan pernyataan terhadap yang di ukur					✓
	14. Pernyataan sudah berurutan dan sistematis					✓
	15. Instrumen mudah dibaca dan digunakan oleh validator					✓

B. KOMENTAR DAN SARAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

C. KESIMPULAN

Instrumen bahan ajar berupa e-modul ini dinyatakan *):

- ☑ Layak digunakan tanpa revisi
- ☐ Layak digunakan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan

*) Centang di kotak yang dipilih

Banda Aceh, 16/10 2023

Validator

(Prof. Dr. Damaliyddin, M. Ed.)

NIP. 196206071991031003

Lampiran 9 : Lembar Validasi Instrumen Untuk Instrumen

Lampiran 9b : Validator 2

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

INDETITAS VALIDATOR

Nama : Prof. Dr. Yustizal, M.Pd

NIP : 195212311982031020

Instansi : FKIP-USK

A. PENILAIAN

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Isi instrumen	1. Pernyataan pada instrumen sesuai dengan topik penelitian			✓		
	2. Pernyataan pada aspek tampilan *e-modul* sudah sesuai dengan yang diukur				✓	
	3. Pernyataan pada aspek pengguna sudah sesuai dengan yang diukur				✓	
	4. Pernyataan pada aspek materi sudah sesuai dengan yang diukur			✓		
	5. Instrumen relevan dengan tujuan pengukuran yang telah ditetapkan			✓		
Kriteria Instrumen	6. Instrumen dapat mengukur atau menilai apa yang sebenarnya ingin diukur			✓		
	7. Pernyataan pada instrumen konsisten				✓	
	8. Instrumen menghasilkan data yang akurat			✓		
	9. Instrumen mampu mendeteksi perubahan atau perbedaan dalam variabel yang diukur			✓		
	10. Instrumen relevan dengan konteks pengukuran				✓	
Kontruksi instrumen	11. Identitas pada instrumen sudah jelas			✓		
	12. Petunjuk cara pengisian instrumen sudah jelas				✓	
	13. Ketepatan pernyataan terhadap yang di ukur			✓		
	14. Pernyataan sudah berurutan dan sistematis			✓		
	15. Instrumen mudah dibaca dan digunakan oleh validator				✓	

B. KOMENTAR DAN SARAN

Dapat digunakan

C. KESIMPULAN

Instrumen bahan ajar berupa e-modul ini dinyatakan *):

- ☑ Layak digunakan tanpa revisi
- ☐ Layak digunakan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan

*) Centang di kotak yang dipilih

Banda Aceh, ... 2023

Validator

Prof. Dr

NIP.

Lampiran 9 : Lembar Validasi Instrumen Untuk Instrumen

Lampiran 9c : Validator 3

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

INDETITAS VALIDATOR

Nama : Drs. Soewono. S, M.Si

NIP : 196051319850310 03

Instansi : FKIP USK

A. PENILAIAN

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Isi instrumen	1. Pernyataan pada instrumen sesuai dengan topik penelitian					✓
	2. Pernyataan pada aspek instrumen *e-modul* sudah sesuai dengan yang diukur					✓
	3. Pernyataan pada aspek pengguna sudah sesuai dengan yang diukur					✓
	4. Pernyataan pada aspek materi sudah sesuai dengan yang diukur					✓
	5. Instrumen relevan dengan tujuan pengukuran yang telah ditetapkan					✓
Kriteria Instrumen	6. Instrumen dapat mengukur atau menilai apa yang sebenarnya ingin diukur				✓	
	7. Pernyataan pada instrumen konsisten				✓	
	8. Instrumen menghasilkan data yang akurat				✓	
	9. Instrumen mampu mendeteksi perubahan atau perbedaan dalam variabel yang diukur				✓	
	10. Instrumen relevan dengan konteks pengukuran					✓
Kontruksi instrumen	11. Identitas pada instrumen sudah jelas					✓
	12. Petunjuk cara pengisian instrumen sudah jelas					✓
	13. Ketepatan pernyataan terhadap yang di ukur					✓
	14. Pernyataan sudah berurutan dan sistematis					✓
	15. Instrumen mudah dibaca dan digunakan oleh validator					✓

B. KOMENTAR DAN SARAN

Instrumen dpt digunakan.

C. KESIMPULAN

Instrumen bahan ajar berupa e-modul ini dinyatakan *):

- [x] Layak digunakan tanpa revisi
- [ ] Layak digunakan dengan revisi
- [ ] Tidak layak digunakan

*) Centang di kotak yang dipilih

Banda Aceh, 23 – 10 – 2023

Validator

Soewotno. S

NIP.

Lampiran 11 : Hasil Validasi Instrumen Untuk Instrumen

Penilaian	Butir Penilaian	Validator			Skor Total	∑Penilaian	Persentase Kelayakan	Kriteria Kelayakan
		1	2	3				
Isi Instrumen	P-1	5	3	5	13	66	88%	Sangat Layak
	P-2	4	4	5	13			
	P-3	5	4	5	14			
	P-4	5	3	5	13			
	P-5	5	3	5	13			
Kriteria Instrumen	P-6	4	3	4	11	61	81,33%	Sangat Layak
	P-7	4	4	4	12			
	P-8	5	3	4	12			
	P-9	5	3	4	12			
	P-10	5	4	5	14			
Konstruksi Instrumen	P-11	4	3	5	12	67	89,33%	Sangat Layak
	P-12	5	4	5	14			
	P-13	5	3	5	13			
	P-14	5	3	5	13			
	P-15	5	4	5	14			
Jumlah rata-rata seluruh skor							**86,22%**	**Sangat Layak**

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

Lampiran 12 : Lembar Validasi Instrumen Ahli Media

Lampiran 12a : Validator 1

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA

Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA

Judul : Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA/MA

Penyusun : Fauriza Hafni

Pembimbing 1 : Fitriyawany, M.Pd.

Pembimbing 2 : Sabaruddin, M.Pd.

Instansi : Pendidikan Fisika/Fakultas Tarbiyah dan Keguruan/ Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA/MA, maka melalui instrument ini kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-modul yang telah dibuat tersebut. Penilain Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki, membenahi dan meningkatkan kualitas e-modul ini sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya e-modul tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda *checklist* (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor	Kategori Kelayakan	Kriteria Persentase Kelayakan
1	Tidak Layak	0%-20%
2	Kurang Layak	21%-40%
3	Cukup Layak	41%-60%
4	Layak	61%-80%
5	Sangat Layak	81%-100%

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Raihan Islawadina, S.T., M.T.

NIP : 198901312020122011

Instansi : PTI

A. PENILAIAN

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Cover	1. Menampilkan unsur tata letak pada cover depan dan belakang sesuai					✓
	2. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf					✓
	3. Ilustrasi cover menggambarkan isi/materi (efek doppler)					✓
Flowchart	4. Menyajikan tata letak yang sesuai dengan urutan					✓
	5. Menunjukkan kerapian tata letak flowchart					✓
	6. Memilih font yang konsisten					✓
Kata Pengantar	7. Memilih font huruf yang menarik dan mudah dibaca					✓
	8. Meminimalisir kombinasi jenis huruf					✓
	9. Menggunakan margin yang sesuai					✓
Daftar Isi	10. Menggunakan tata letak yang konsisten					✓
	11. Menggunakan spasi yang sesuai					✓
	12. Membuktikan pencarian halaman dan judul e-modul					✓
Pendahuluan	13. Menampilkan KD dan IPK sesuai dengan materi yang disajikan					✓
	14. Menunjukkan penggunaan e-modul dengan jelas					✓
	15. Menunjukkan penggunaan PhET Simulation dengan jelas					✓
Peta Konsep	16. Menyesuaikan penggunaan variasi huruf					✓
	17. Menampilkan keterkaitan materi dengan sub bab materi					✓
	18. Menampilkan kerapian susunan tata letak					✓

AR-RANIRY

Pembelajaran	19. Menggunakan video dan gambar yang ditampilkan dari PhET simulation dapat memberi ransangan kepada peserta didik					✓
	20. Menyajikan gambar sesuai dengan keterangan					✓
	21. Menyajikan video dan gambar sesuai dengan isi materi					✓
	22. Menunjukkan kesinambungan antara rumus matematis dengan pembelajaran					✓
	23. Menyajikan contoh soal yang sesuai					✓
	24. Menggunakan PhET simulation sebagai praktikum secara online					✓
	25. Menggunakan PhET simulation dalam perhitungan					✓
Uji Kompetensi	26. Menyajikan soal yang dapat melatih peserta didik					✓
	27. Menyajikan soal yang sesuai dengan materi pembelajaran					✓
	28. Mengukur kemampuan peserta didik					✓
Kunci Jawaban	29. Menggunakan kunci jawaban yang benar					✓
	30. Mengkategorikan penskoran yang sesuai					✓
Glosarium	31. Menyesuaikan dengan huruf alfabet					✓
	32. Memudahkan dalam memahami istilah tertentu					✓
Profil penulis	33. Menyajikan secara lengkap					✓
	34. Menggunakan bahasa yang mudah dipahami					✓

B. KOMENTAR DAN SARAN

Di usahakan bisa langsung meng-klik halaman yg di tuju. tanpa harus mengulang dari halaman pertama.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

C. KESIMPULAN

Bahan pembelajaran berupa e-modul ini dinyatakan *):

☑ Layak digunakan tanpa revisi

☐ Layak digunakan dengan revisi

☐ Tidak layak digunakan

*) Centang di kotak yang dipilih

Banda Aceh, 14 November 2023

Validator

(Raihan Islamadina, S.T., M.T)

NIP. 198901312020122011

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Lampiran 12 : Lembar Validasi Instrumen Ahli Media

Lampiran 12b : Validator 2

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Hari Anna Lastya, MT

NIP : 198704302015032005

Instansi : Prodi PTE, FTK, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

A. PENILAIAN

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Cover	1. Menampilkan unsur tata letak pada cover depan dan belakang sesuai			✓		
	2. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf					✓
	3. Ilustrasi cover menggambarkan isi/materi (efek doppler)					✓
Flowchart	4. Menyajikan tata letak yang sesuai dengan urutan					✓
	5. Menunjukkan kerapian tata letak flowchart				✓	
	6. Memilih font yang konsisten					✓
Kata Pengantar	7. Memilih font huruf yang menarik dan mudah dibaca				✓	
	8. Meminimalisir kombinasi jenis huruf					✓
	9. Menggunakan margin yang sesuai					✓
Daftar Isi	10. Menggunakan tata letak yang konsisten					✓
	11. Menggunakan spasi yang sesuai					✓
	12. Membuktikan pencarian halaman dan judul e-modul					✓
Pendahuluan	13. Menampilkan KD dan IPK sesuai dengan materi yang disajikan				✓	
	14. Menunjukkan penggunaan e-modul dengan jelas				✓	
	15. Menunjukkan penggunaan PhET Simulation dengan jelas				✓	
Peta Konsep	16. Menyesuaikan penggunaan variasi huruf					✓
	17. Menampilkan keterkaitan materi dengan sub bab materi					✓
	18. Menampilkan kerapian susunan tata letak					✓

Pembelajaran	19. Menggunakan video dan gambar yang ditampilkan dari PhET simulation dapat memberi ransangan kepada peserta didik				✓	
	20. Menyajikan gambar sesuai dengan keterangan				✓	
	21. Menyajikan video dan gambar sesuai dengan isi materi				✓	
	22. Menunjukkan kesinambungan antara rumus matematis dengan pembelajaran					✓
	23. Menyajikan contoh soal yang sesuai					✓
	24. Menggunakan PhET simulation sebagai praktikum secara onine					✓
	25. Menggunakan PhET simulation dalam perhitungan					✓
Uji Kompetensi	26. Menyajikan soal yang dapat melatih peserta didik					✓
	27. Menyajikan soal yang sesuai dengan materi pembelajaran					✓
	28. Mengukur kemampuan peserta didik				✓	
Kunci Jawaban	29. Menggunakan kunci jawaban yang benar					✓
	30. Mengkategorikan penskoran yang sesuai					✓
Glosarium	31. Menyesuaikan dengan huruf alfabet					✓
	32. Memudahkan dalam memahami istilah tertentu					✓
Profil penulis	33. Menyajikan secara lengkap					✓
	34. Menggunakan bahasa yang mudah dipahami					✓

B. KOMENTAR DAN SARAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

C. KESIMPULAN

Bahan pembelajaran berupa e-modul ini dinyatakan *):

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
- ☑ Layak digunakan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan

*) Centang di kotak yang dipilih

Banda Aceh, 14 – 11 2023

Validator

(Hari Anna Lastya, MT)

NIP. 198704302015032005

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

Lampiran 12 : Lembar Validasi Instrumen Ahli Media

Lampiran 12c : Validator 3

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : **Nurrizqa, S.Pd., M.T.**

NIP : **1330049702**

Instansi : **UIN Ar-raniry Banda Aceh**

A. PENILAIAN

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Cover	1. Menampilkan unsur tata letak pada cover depan dan belakang sesuai				✓	
	2. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf				✓	
	3. Ilustrasi cover menggambarkan isi/materi (efek doppler)			✓		
Flowchart	4. Menyajikan tata letak yang sesuai dengan urutan					✓
	5. Menunjukkan kerapian tata letak flowchart					✓
	6. Memilih font yang konsisten					✓
Kata Pengantar	7. Memilih font huruf yang menarik dan mudah dibaca					✓
	8. Meminimalisir kombinasi jenis huruf					✓
	9. Menggunakan margin yang sesuai				✓	
Daftar Isi	10. Menggunakan tata letak yang konsisten				✓	
	11. Menggunakan spasi yang sesuai					✓
	12. Membuktikan pencarian halaman dan judul e-modul				✓	
Pendahuluan	13. Menampilkan KD dan IPK sesuai dengan materi yang disajikan				✓	
	14. Menunjukkan penggunaan e-modul dengan jelas				✓	
	15. Menunjukkan penggunaan PhET Simulation dengan jelas				✓	
Peta Konsep	16. Menyesuaikan penggunaan variasi huruf				✓	
	17. Menampilkan keterkaitan materi dengan sub bab materi					✓
	18. Menampilkan kerapian susunan tata letak				✓	

Pembelajaran	19. Menggunakan video dan gambar yang ditampilkan dari PhET simulation dapat memberi ransangan kepada peserta didik				✓	
	20. Menyajikan gambar sesuai dengan keterangan				✓	
	21. Menyajikan video dan gambar sesuai dengan isi materi				✓	
	22. Menunjukkan kesinambungan antara rumus matematis dengan pembelajaran				✓	
	23. Menyajikan contoh soal yang sesuai				✓	
	24. Menggunakan PhET simulation sebagai praktikum secara onine				✓	
	25. Menggunakan PhET simulation dalam perhitungan				✓	
Uji Kompetensi	26. Menyajikan soal yang dapat melatih peserta didik					✓
	27. Menyajikan soal yang sesuai dengan materi pembelajaran					✓
	28. Mengukur kemampuan peserta didik					✓
Kunci Jawaban	29. Menggunakan kunci jawaban yang benar					✓
	30. Mengkategorikan penskoran yang sesuai					✓
Glosarium	31. Menyesuaikan dengan huruf alfabet					✓
	32. Memudahkan dalam memahami istilah tertentu					✓
Profil penulis	33. Menyajikan secara lengkap				✓	
	34. Menggunakan bahasa yang digunakan mudah dipahami				✓	

B. KOMENTAR DAN SARAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

C. KESIMPULAN

Bahan pembelajaran berupa e-modul ini dinyatakan *):

- [x] Layak digunakan tanpa revisi
- [ ] Layak digunakan dengan revisi
- [ ] Tidak layak digunakan

*) Centang di kotak yang dipilih

Banda Aceh, ...16 Nov..... 2023

Validator

(Narrizqa, S.Pd., M.T.)

NIP.

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

Lampiran 13 : Lembar Validasi Instrumen Ahli Materi

Lampiran 13a : Validator 1

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI

Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA

Judul	: Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA/MA
Penyusun	: Fauriza Hafni
Pembimbing 1	: Fitriyawany, M.Pd.
Pembimbing 2	: Sabaruddin, M.Pd.
Instansi	: Pendidikan Fisika/Fakultas Tarbiyah dan Keguruan/ Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA/MA, maka melalui instrument ini kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-modul yang telah dibuat tersebut. Penilain Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki, membenahi dan meningkatkan kualitas e-modul ini sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya e-modul tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda *checklist* (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor	Kategori Kelayakan	Kriteria Persentase Kelayakan
1	Tidak Layak	0%-20%
2	Kurang Layak	21%-40%
3	Cukup Layak	41%-60%
4	Layak	61%-80%
5	Sangat Layak	81%-100%

Lampiran 12 : Lembar Validasi Instrumen Ahli Materi

Lampiran 12b : Validator 2

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Zahriah, M.Pd

NIP : 199004132019032012

Instansi : FTK UIN Ar-Raniry

A. PENILAIAN

1. ASPEK KELAYAKAN ISI

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Kesesuaian Materi dengan KI dan KD	1. Menyajikan materi yang sesuai dengan Kompetensi Inti					✓
	2. Menyajikan materi yang sesuai dengan Kompetensi Dasar					✓
	3. Menyesuaikan materi dengan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)					✓
Keakuratan Materi	4. Menyajikan konsep dan materi yang akurat					✓
	5. Menggunakan data yang disajikan secara akurat					✓
	6. Menggunakan definisi pada materi yang akurat					✓
Kemutakhiran Materi	7. Menyesuaikan materi dengan perkembangan zaman				✓	
	8. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari- hari (kontekstual)					✓
	9. Menggunakan notasi dan simbol yang benar					✓
Mendorong Keingintahuan	10. Menyajikan video yang mendorong rasa ingin tahu					✓
	11. Menyajikan gambar yang pada stimulus dapat mendorong rasa ingin tahu					✓
	12. Menyajikan tugas yang dapat mendorong rasa ingin tahu peserta didik				✓	

جامعة الرانري
AR-RANIRY

2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Teknik Penyajian	1. Menyajikan keselarasan materi					✓
	2. Menggunakan keterkaitan gambar dan video yang logis					✓
	3. Menggunakan ilustrasi gambar yang menarik					✓
Pendukung Penyajian	4. Menyajikan contoh soal pada materi pembelajaran					✓
	5. Menyajikan glosarium					✓
	6. Menyajikan Daftar Pustaka					✓
Penyajian Pembelajaran	7. Melibatkan peserta didik dalam pembelajaran					✓
	8. Menggunakan ilustrasi materi tidak mengandung unsur kekerasan				✓	
	9. Menyajikan materi yang kreatif dan inovatif				✓	
Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	10. Mengaitkan pada setiap alinea pembelajaran					✓
	11. Menggunakan keutuhan makna kegiatan pembelajaran					✓
	12. Menggunakan tata letak setiap paragraf konsisten					✓

3. ASPEK KELAYAKAN KONTEKSTUAL

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Hakikat Kontekstual	1. Menyajikan materi yang relevan dengan dunia nyata					✓
	2. Menerapkan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendorong peserta didik					✓
	3. Membangun motivasi belajar peserta didik				✓	
Komponen Kontekstual	4. Menampilkan konstruktivisme (*Constructivism*)					✓
	5. Menggunakan konsep menemukan (*Inkuiry*)					✓
	6. Menggunakan pemodelan (*Modelling*)				✓	

جامعة الرانري
AR-RANIRY

B. KOMENTAR DAN SARAN

- Perbaiki kata kerja operasional yg lebih cocok di bagian tujuan kegiatan percobaan di LKPD

C. KESIMPULAN

Bahan pembelajaran berupa e-modul ini dinyatakan *):

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
- ☑ Layak digunakan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan

*) Centang di kotak yang dipilih

Banda Aceh, 15 November 2023

Validator

(ZAHRIAH, M.Pd)

NIP. 199004132019032012

Lampiran 13 : Lembar Validasi Instrumen Ahli Materi

Lampiran 13b : Validator 2

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Drs. Soewono. S, M.Si.

NIP : 195805131985031003

Instansi : FKIP USK

A. PENILAIAN

1. ASPEK KELAYAKAN ISI

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Kesesuaian Materi dengan KI dan KD	1. Menyajikan materi yang sesuai dengan Kompetensi Inti					✓
	2. Menyajikan materi yang sesuai dengan Kompetensi Dasar					✓
	3. Menyesuaikan materi dengan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)					✓
Keakuratan Materi	4. Menyajikan konsep dan materi yang akurat		✓			
	5. Menggunakan data yang disajikan secara akurat				✓	
	6. Menggunakan definisi pada materi yang akurat				✓	
Kemutakhiran Materi	7. Menyesuaikan materi dengan perkembangan zaman				✓	
	8. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari- hari (kontekstual)					✓
	9. Menggunakan notasi dan simbol yang benar					✓
Mendorong Keingintahuan	10. Menyajikan video yang mendorong rasa ingin tahu					✓
	11. Menyajikan gambar yang pada stimulus dapat mendorong rasa ingin tahu					✓
	12. Menyajikan tugas yang dapat mendorong rasa ingin tahu peserta didik					✓

2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Teknik Penyajian	1. Menyajikan keselarasan materi				✓	✓
	2. Menggunakan keterkaitan gambar dan video yang logis					✓
	3. Menggunakan ilustrasi gambar yang menarik				✓	
Pendukung Penyajian	4. Menyajikan contoh soal pada materi pembelajaran					✓
	5. Menyajikan glosarium					✓
	6. Menyajikan Daftar Pustaka					✓
Penyajian Pembelajaran	7. Melibatkan peserta didik dalam pembelajaran				✓	
	8. Menggunakan ilustrasi materi tidak mengandung unsur kekerasan					✓
	9. Menyajikan materi yang kreatif dan inovatif				✓	
Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	10. Mengaitkan pada setiap alinea pembelajaran					✓
	11. Menggunakan keutuhan makna kegiatan pembelajaran				✓	
	12. Menggunakan tata letak setiap paragraf konsisten					✓

3. ASPEK KELAYAKAN KONTEKSTUAL

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Hakikat Kontekstual	1. Menyajikan materi yang relevan dengan dunia nyata					✓
	2. Menerapkan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendorong peserta didik					✓
	3. Membangun motivasi belajar peserta didik				✓	
Komponen Kontekstual	4. Menampilkan konstruktivisme (*Constructivism*)				✓	
	5. Menggunakan konsep menemukan (*Inkuiry*)					✓
	6. Menggunakan pemodelan (*Modelling*)					✓

UIN
AR-RANIRY

B. KOMENTAR DAN SARAN

*) utk pipa organa (terbuka & tertutup), perbandingan untuk $f_0 : f_1 : f_2 = \ldots$ di pipa dan drum, sepertinya perlu contoh dari

→ Hal 28, $f_2 \rightarrow f_2^2$

→ $(TI)_n = (TI)_1 + 10 \log n$

- jika di variasi

C. KESIMPULAN

Bahan pembelajaran berupa e-modul ini dinyatakan *):

☐ Layak digunakan tanpa revisi

☑ Layak digunakan dengan revisi

☐ Tidak layak digunakan

*) Centang di kotak yang dipilih

Banda Aceh, 15 - 11 - 2023

Validator

Soewono. S

NIP. 195609131985031003

Lampiran 13 : Lembar Validasi Instrumen Ahli Materi

Lampiran 13c : Validator 3

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Muhammad Nasir, M.Si.

NIP : 199001122018011001

Instansi : PFS - FTK UIN Ar - raniry

A. PENILAIAN

1. ASPEK KELAYAKAN ISI

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Kesesuaian Materi dengan KI dan KD	1. Menyajikan materi yang sesuai dengan Kompetensi Inti				✓	✓
	2. Menyajikan materi yang sesuai dengan Kompetensi Dasar				✓	✓
	3. Menyesuaikan materi dengan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)					✓
Keakuratan Materi	4. Menyajikan konsep dan materi yang akurat				✓	
	5. Menggunakan data yang disajikan secara akurat				✓	
	6. Menggunakan definisi pada materi yang akurat				✓	
Kemutakhiran Materi	7. Menyesuaikan materi dengan perkembangan zaman					✓
	8. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari- hari (kontekstual)					✓
	9. Menggunakan notasi dan simbol yang benar				✓	
Mendorong Keingintahuan	10. Menyajikan video yang mendorong rasa ingin tahu					✓
	11. Menyajikan gambar yang pada stimulus dapat mendorong rasa ingin tahu				✓	
	12. Menyajikan tugas yang dapat mendorong rasa ingin tahu peserta didik					✓

2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Teknik Penyajian	1. Menyajikan keselarasan materi					✓
	2. Menggunakan keterkaitan gambar dan video yang logis					✓
	3. Menggunakan ilustrasi gambar yang menarik				✓	
Pendukung Penyajian	4. Menyajikan contoh soal pada materi pembelajaran					✓
	5. Menyajikan glosarium					✓
	6. Menyajikan Daftar Pustaka					✓
Penyajian Pembelajaran	7. Melibatkan peserta didik dalam pembelajaran					✓
	8. Menggunakan ilustrasi materi tidak mengandung unsur kekerasan					✓
	9. Menyajikan materi yang kreatif dan inovatif					✓
Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	10. Mengaitkan pada setiap alinea pembelajaran					✓
	11. Menggunakan keutuhan makna kegiatan pembelajaran				✓	
	12. Menggunakan tata letak setiap paragraf konsisten				✓	

3. ASPEK KELAYAKAN KONTEKSTUAL

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Hakikat Kontekstual	1. Menyajikan materi yang relevan dengan dunia nyata					✓
	2. Menerapkan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendorong peserta didik					✓
	3. Membangun motivasi belajar peserta didik					✓
Komponen Kontekstual	4. Menampilkan konstruktivisme (*Constructivism*)				✓	
	5. Menggunakan konsep menemukan (*Inkuiry*)					✓
	6. Menggunakan pemodelan (*Modelling*)					✓

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

B. KOMENTAR DAN SARAN

perbaiki percobaan pada LKPD, sesuaikan dgn Tabel pengamatan.

perbaiki satuan yg masih keliru.

C. KESIMPULAN

Bahan pembelajaran berupa e-modul ini dinyatakan *):

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
- ☑ Layak digunakan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan

*) Centang di kotak yang dipilih

Banda Aceh, 23 November 2023

Validator

(Muhammad Nasir, M.Si.)

NIP.

Lampiran 14 : Lembar Validasi Instrumen Oleh Pengguna

LEMBAR VALIDASI PENGGUNA

Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA

Judul : Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA/MA

Penyusun : Fauriza Hafni

Pembimbing 1 : Fitriyawany, M.Pd.

Pembimbing 2 : Sabaruddin, M.Pd.

Instansi : Pendidikan Fisika/Fakultas Tarbiyah dan Keguruan/ Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA/MA, maka melalui instrument ini kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-modul yang telah dibuat tersebut. Penilain Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki, membenahi dan meningkatkan kualitas e-modul ini sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya e-modul tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda *checklist* (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor	Kategori Kelayakan	Kriteria Persentase Kelayakan
1	Tidak Layak	0%-20%
2	Kurang Layak	21%-40%
3	Cukup Layak	41%-60%
4	Layak	61%-80%
5	Sangat Layak	81%-100%

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Muhammad farel isan

Kelas : XI - IPA'

Sekolah : MA DARUL ULUM

A. PENILAIAN

Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
Kelayakan Produk	1. Materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran					✓
	2. Menunjukkan keterpaduan dan keselarasan antara bagian-bagian dalam bahan ajar e-modul				✓	
	3. Menyajikan keakuratan informasi yang disampaikan					✓
	4. Menyajikan kerelevanan produk dengan kebutuhan dan minat target pengguna					✓
Keterbacaan dan Keterpahaman	5. Menyesuaikan tingkat kesukaran materi dengan target pengguna				✓	
	6. Menyajikan kejelasan bahasa dan struktur kalimat yang digunakan					✓
	7. Menggunakan contoh dan ilustrasi yang mendukung pemahaman					✓
	8. Memberikan kemudahan seperti navigasi dalam bahan ajar e-modul					✓
Keterlibatan dan Motivasi	9. Menggunakan relevansi dan daya tarik konten terhadap target pengguna					✓
	10. Menggunakan media yang menarik, seperti gambar, audio, atau video					✓

	11. Menggunakan aktivitas interaktif yang memancing partisipasi pengguna					✓
	12. Menyajikan studi kasus, masalah, atau tugas yang menantang				✓	
Kesesuaian dengan Standar Kurikulum	13. Menyajikan materi yang konsisten dengan standar pembelajaran yang berlaku					✓
	14. Menghubungkan dan keberlanjutan dengan kurikulum yang digunakan					✓
	15. Memenuhi kompetensi dan indikator pembelajaran yang ditetapkan					✓
	16. Menyajikan keterampilan dan pengetahuan yang relevan dengan mata pelajaran					✓

B. KOMENTAR DAN SARAN

Menurut saya e modul tersebut sangat bagus

جامعة الرانري
AR-RANIRY

C. KESIMPULAN

Bahan pembelajaran berupa e-modul ini dinyatakan *):

- [x] Layak digunakan tanpa revisi
- [ ] Layak digunakan dengan revisi
- [ ] Tidak layak digunakan

*) Centang di kotak yang dipilih

Banda Aceh, 24 NOVEMBER 2023

Validator

(.....)

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Lampiran 15 : Surat Penelitian Uji Kelayakan Pengguna

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniy.ac.id

Nomor : B-12077/Un.08/FTK.1/TL.00/11/2023
Lamp : -
Hal : ***Penelitian Ilmiah Mahasiswa***

Kepada Yth,

1. Kepala Kantor Kementerian Agama Kota Banda Aceh
2. Kepala MAS Darul Ulum Banda Aceh

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **FAURIZA HAFNI / 200204005**
Semester/Jurusan : VII / Pendidikan Fisika
Alamat sekarang : Rukoh

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul ***Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Simulation pada Materi Gelombang Bunyi di SMA/MA***

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 17 November 2023
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,

Berlaku sampai : 29 Desember 2023

Prof. Habiburrahim, S.Ag., M.Com., Ph.D.

Lampiran 16 : Dokumentasi Bagi Angket Kebutuhan Peserta Didik

Lampiran 17 : Dokumentasi Penelitian Uji Kelayakan Pengguna

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

FAURIZA HAFNI, dilahirkan di Sumatera Utara, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Kecamatan Kualuh Hulu tepatnya di Perkebunan Kanopan Ulu. Pada hari Kamis tanggal 24 Januari 2002. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan dari Sujono dan Juliani. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Islam. Adapun riwayat pendidikan penulis, yaitu pada tahun 2014 lulus dari SD Negeri 112294 Kanopan Ulu. Kemudian melanjutkan di SMP Muhammadiyah 24 Aek Kanopan pada tahun yang sama dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2020 penulis lulus dari SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dalam Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bidang Pendidikan Fisika