

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS PHET
SIMULATION PADA MATERI FLUIDA DINAMIS DI
SMA/MA**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

FENA JULITA

NIM. 190204009

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prodi Pendidikan Fisika



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM, BANDA ACEH**

2023

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS PHET
SIMULATION PADA MATERI FLUIDA DINAMIS DI
SMAMA**

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**

OLEH:

FENA JULIA

NIM. 190204009

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Fisika**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Fitrisawany, M.Pd

NIP. 198208192006042002

Pembimbing II

Cut Rizki Mustika, M.Pd

NIP. 199306042020122017

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS PHET
SIMULATION PADA MATERI FLUIDA DINAMIS DI
SMA/MA**

SKRIPSI

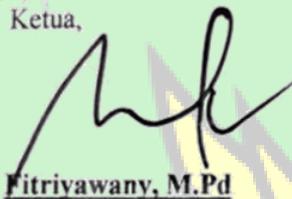
Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Pendidikan Fisika

Pada Hari/Tanggal

Senin, 17 April 2023 M
26 Ramadhan 1444 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Fitriyawany, M.Pd

NIP. 198208192006042002

Penguji I,



Muhammad Nasir, M.Si.

NIP. 199001122018011001

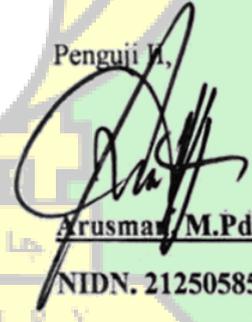
Sekretaris,



Cut Rizki Mustika, M.Pd

NIP. 199306042020122017

Penguji II,



Arusman, M.Pd

NIDN. 2125058503

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 : Fena Julita

Nim : 190204009

Prodi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Pengembangan E-modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis 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 memasukan 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, 17 April 2023

Yang Menyatakan,


METAL
TEMPEL
ABFAKX32211914 Fena Julita

ABSTRAK

Nama : Fena Julita
Nim : 190204009
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Fisika
Judul Tugas : Pengembangan E-modul Berbasis *PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA
Tanggal Sidang : 17 April 2023
Tebal : 71
Pembimbing 1 : Fitriyawany, M.Pd.
Pembimbing 2 : Cut Rizki Mustika M.Pd.
Kata Kunci : E-modul Pembelajaran, *PhET Simulation*, Fluida Dinamis.

PhET Simulation merupakan simulasi animasi pembelajaran yang bersifat interaktif dan akan memperdalam pemahaman dan meningkatkan minat peserta didik terhadap ilmu fisika. Fakta yang diperoleh dari lapangan yaitu, belum dimanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi dalam pembelajaran sebagai mana yang ingin diterapkan pada pendidikan yang berkembang saat ini, selain itu minat belajar peserta didik masih sangat rendah hal ini dikarena pembelajaran fisika kurang disukai oleh peserta didik, kurangnya bahan ajar dalam proses pembelajaran, fasilitas laboratorium kurang memadai sehingga menjadi hambatan bagi peserta didik untuk melakukan praktikum dan waktu yang terbatas menjadi salah satu alasan tidak menggunakan media pembelajaran yang berbasis teknologi. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah mendesain E-modul berbasis *PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA dan mengetahui kelayakan E-modul berbasis *PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA. E-modul berbasis *PhET Simulation* dengan mengacu pada model pengembangan yang dikembangkan oleh Alessi dan Trollip dikarenakan dengan menggunakan model penelitian ini produk yang dihasilkan dalam bentuk elektronik dan tidak dicetak, yang terdiri dari tiga tahapan meliputi (1) *Planning*, (2) *Design* yaitu tahap penulis merancang produk berupa modul dengan mengembangkan konsep yang telah ditentukan dan (3) *Development*. Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah E-modul berbasis *PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA. Hasil validasi ahli materi dengan aspek kelayakan isi 87%, aspek kelayakan penyajian 92,25% dan aspek kelayakan kebahasaan 85,50%, dengan jumlah total persentase diperoleh hasil persentase sebesar 88,25%. Dan validasi ahli media dengan aspek kelayakan tampilan 96,5% dengan jumlah total persentase 97,62%. Kategori yang dihasilkan tergolong kedalam kriteria layak digunakan dengan predikat sangat bagus.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang senantiasa telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita Umat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Penyusunan tugas akhir ini yang berjudul “Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis Di SMA/MA”. Shalawat beriring salam senantiasa tercurahkan kepada pangkanuan alam Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umut manusia dari alam jahiliyah kea lam yang berilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan pada saat ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tidak terlepas dari adanya dukungan dari pihak lain, baik secara moral maupun materi. Maka dari itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir 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 1 Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.
2. Ibu Fitriyawany, M.Pd selaku Ketua Prodi Pendidikan Fisika, Bapak Muhammad Nasir, M.Si selaku Sekretaris Prodi Pendidikan Fisika, serta staf Prodi Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu serta membantu penulis dalam kelancaran administrasi.
3. Ibu Fitriyawany, M.Pd selaku dosen pembimbing I yang telah banyak membantu serta meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan dalam penulisan tugas akhir ini.

4. Ibu Cut Rizki Mustika M.Pd selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membantu serta meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Muhammad Nasir, M.Si., Ibu Zahriah, M.Pd., dan Bapak Drs. Soewarno. S., M.Si., Ibu Nurrisqa, S.Pd., M.T., Ibu Nurrisma, S.Pd., M.T., dan Ibu Raihan Islamadina, S.T., M.T. selaku validator yang telah bersedia memberi saran dan masukan dalam penyusunan instrument penelitian.
6. Kepada ayahanda tercinta Rusli dan ibunda tercinta Marwita Sari, Adik adik tercinta Azhari dan M. Syarif Hidayatullah serta seluruh keluarga yang selalu mendukung dan memberi semangat untuk mneyelesikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan leting 2019 Pendidikan Fisika yang telah memberi dukungan dan doa dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah membalas semua kebaikan mereka dengan balasan yang lebih baik. Penulis menyadari bahwa terlalu banyak kekurangan dan kelemahan dalam penyajian laporan ini, untuk itu sangat diharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini dengan segala kelebihan dan kekurangan dapat bermanfaat Amin Ya Rabbal' Alamin.

Banda Aceh, 17 April 2023

Penulis,

Fena Julita

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
E. Definisi Operasional.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	9
A. Modul	9
B. E-modul.....	14
C. PhET <i>Simulation</i>	16
D. Fluida Dinamis	18
BAB III METODE PENELITIAN	31
A. Rancangan Penelitian	31
B. Langkah-langkah Penelitian.....	31
C. Instrumen Pengumpulan Data.....	33
D. Teknik Pengumpulan Data.....	33
E. Teknik Analisis Data	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	38
A. Hasil Penelitian	38
B. Pembahasan.....	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	68
A. Kesimpulan	68
B. Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN-LAMPIRAN	72



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simulasi <i>PhET Simulation</i>	18
Gambar 2.2 Persamaan Kontinuitas	20
Gambar 2.3 Kekekalan Energi Pada Aliran Fluida	21
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian	37
Gambar 4.1 Flowchart E-modul	46
Gambar 4.2 Grafik Hasil Validasi Ahli Materi	63
Gambar 4.3 Grafik Hasil Validasi Ahli Media	65



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Ukuran Penelitian Validator.....	34
Tabel 3.2 Kriteria Kelayakan E-modul	36
Tabel 4.1 Desain Tampilan E-modul Berbasis <i>PhET Simulation</i>	41
Tabel 4.2 Data Hasil Validasi Oleh Ahli Materi.....	48
Tabel 4.3 Data Hasil Validasi Oleh Ahli Media	50
Tabel 4.4 Data Persentase Validator	53
Tabel 4.5 Saran Perbaiki dari Validator Ahli Materi	54
Tabel 4.6 Saran Perbaiki dari Validator Ahli Media.....	57



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat Keputusan Dekan Tentang Pembimbing Skripsi	72
Lampiran 2 : Lembar Validasi Materi.....	73
Lampiran 3 : Lembar Validasi Media	91



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Fisika adalah ilmu yang mempelajari tentang alam semesta serta segala interaksi di dalamnya yang dapat diamati oleh manusia. Media dalam pembelajaran fisika merupakan salah satu komponen yang perlu dikembangkan saat ini untuk melengkapi sarana/prasarana yang ada yaitu ketersediaan bahan ajar yang cukup.¹ Hal ini menjadi sangat penting karena dengan adanya bahan ajar yang cukup peserta didik dapat belajar dan berdiskusi materi sebelum proses pembelajaran berlangsung. Selain itu, bahan ajar yang akan dikembangkan sebaiknya dapat memotivasi peserta didik untuk menggali informasi lebih besar lagi dari lingkungannya.

Permasalahan yang sering muncul dan ditemui peserta didik dalam pembelajaran adalah kesalahan pahaman saat mempelajari materi fisika. Penyebabnya karena guru hanya mengajarkan fisika yang bersifat abstrak melalui pembelajaran di kelas, kurang dilengkapi dengan proses eksperimen di laboratorium dan memanfaatkan bantuan media pembelajaran berbasis media teknologi.²

¹ Helena Mogi, Theresje Mandang, Jimmy Lolowang. Pengembangan Modul Praktikum Efek Fotolistrik Berbasis Virtual Laboratory dengan Model Discovery Learning. *Jurnal Pendidikan Fisika Charm Sains*. Vol.2, No. 2, 2021. Hal 70

² Shinta Dewi Susanti, Muhammad Reyza Arief Taqwa, Sulur. Pengembangan E-Module Berbasis Diskovery Learning Berbantuan PhET pada Materi Teori Kinetik Gas untuk mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. Vol 6 No. 2. 2020. Hal 228

Semakin berkembangnya teknologi pada saat ini, maka bahan ajar yang digunakan pun semakin berkembang seperti modul sendiri juga sudah berkembang mengikuti kemajuan teknologi, dimana biasanya menggunakan modul cetak dan sekarang telah berkembang menjadi modul elektronik. Modul elektronik atau disebut E-modul ini dapat membantu proses pembelajaran yang menarik karena didalam E-modul ini bisa menyajikan materi berbentuk gambar ataupun video dan dapat dipelajari berulang kali oleh peserta didik.³ E-modul ini dapat memudahkan peserta didik pada saat proses pembelajaran jarak jauh dan dapat digunakan melalui berbagai perangkat seperti laptop, smartphone dan komputer yang dapat diakses dimanapun dan kapan pun sehingga dapat membuat peserta didik menjadi termotivasi dalam belajar fisika.

Saat ini terdapat berbagai aplikasi yang dapat menggantikan laboratorium nyata dengan laboratorium virtual yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yaitu dengan memanfaatkan media pembelajaran berbantuan komputer, teknologi komputer yang dapat digunakan untuk pembelajaran fisika di SMA/MA adalah simulasi *PhET (Physics Education Technology)*, hal ini dikarenakan fasilitas laboratorium fisika yang ada disekolah kurang memadai oleh sebab itu solusi agar praktikum berjalan dengan lancar adalah dengan menggunakan *PhET simulation*.

PhET adalah simulasi ilmiah yang dibuat oleh universitas Colorado digunakan untuk tujuan pembelajaran dalam bentuk simulasi pembelajaran fisika,

³Melva Oktaviana, Desy Hanisa Putri, Eko Risdianto. Pengembangan Modul Elektronik berbantuan simulasi PhET Pada Pokok Bahasan Gerak Harmonik sederhana di SMA. *Jurnal Kumparan Fisika*. Vol.3 No. 2, 2020, hal 132

biologi dan kimia di sekolah atau mandiri. Simulasi *PhET* hubungan antara fenomena kehidupan nyata dengan ilmu dasar yang dikembangkan, mendukung pendekatan interaktif dan konstruktivis, memberikan umpan balik, dan menyediakan tempat kerja yang kreatif. ⁴ *PhET simulation* digunakan dalam pembelajaran fisika dikarenakan *phet* dapat membantu keterbatasan alat praktikum yang ada di sekolah sehingga dapat digantikan dengan adanya laboratorium virtual yaitu *PhET simulation*.

Penggunaan simulasi *PhET* dapat membantu peserta didik pada saat melakukan praktikum atau kegiatan di laboratorium akan tetap terlaksana dengan baik dikarenakan di sekolah masih banyak laboratorium yang kekurangan bahan dan peralatan sehingga membuat proses praktikum menjadi terhambat, jadi dengan adanya simulasi *PhET* ini dapat membuat peserta didik melakukan praktikum dengan baik, membuat proses pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan lebih memotivasi siswa untuk belajar sehingga membuat siswa menjadi lebih aktif pada saat proses pembelajaran.

Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah peneliti dapatkan di SMAN 3 Seunagan terhadap kesulitan materi dengan cara membagikan angket kepada peserta didik, sehingga memperoleh data bahwa peserta didik mengalami kesulitan memahami pada materi Fluida Dinamis, dari angket yang telah dibagikan kepada peserta didik. Materi tersebut merupakan salah satu materi kelas

⁴ Melva Oktaviana, Desy Hanisa Putri, dan Eko Risdianto. Pengembangan Modul Elektronik berbantuan simulasi Phet pada pokok bahasan gerak harmonic sederhana di SMA. *Jurnal kumparan fisika*.VOL. 3 No. 2, 2020, h. 132

XI pada semester ganjil dan yang tergolong ke dalam materi yang sulit dipahami oleh peserta didik.

Berdasarkan hasil observasi yang telah peneliti dapatkan sehingga memperoleh data bahwa pada saat proses pembelajaran belum dimanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi dalam pembelajaran sebagaimana yang ingin diterapkan pada Pendidikan yang berkembang saat ini, selain itu minat belajar peserta didik masih sangat rendah hal ini disebabkan karena pembelajaran fisika kurang disukai oleh peserta didik, kurangnya bahan ajar dalam proses pembelajaran, fasilitas laboratorium kurang memadai sehingga menjadi hambatan bagi peserta didik untuk melakukan praktikum dan waktu yang terbatas juga menjadi salah satu alasan tidak menggunakan media pembelajaran yang berbasis teknologi. Oleh sebab itu dalam melakukan praktikum fisika, diperlukan media alternatif salah satu media tersebut adalah simulasi *PhET*.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Vepy Asyana dan Arini, hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan aplikasi *PhET Simulation* memiliki kepuasan yang baik dari responden, artinya aplikasi ini sangat membantu dan nyaman digunakan dalam proses pembelajaran praktikum online⁵. Selanjutnya penelitian yang dilakukan Rai Sujanem, Nyoman Putu Suwindra dan Iwan Suswandi, hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan E-modul berbasis Masalah berbantuan PhET dalam model PBL

⁵ Vepy Asyana dan Arini. Optimalisasi Penggunaan E-modul dan PhET Simulation sebagai virtual lab di masa pandemic covid-19. *Jurnal komunikasi Fisika Indonesia*. Vol. 17, No. 3. 2020. H. 160.

online mampu meningkatkan secara efektif keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI MIPA SMA⁶.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rizky Nafaida, A. Halim dan Syamsul Rizal, hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan E-modul berbasis PhET ini dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan. Pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar modul berbasis PhET dapat menciptakan pembelajaran aktif sehingga dapat memotivasi siswa untuk belajar fisika⁷.

Perbedaan dari penelitian yang telah dilakukan terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan peneliti yaitu perbedaan judul penelitian, waktu dan tempat penelitian, materi pembelajaran dan model penelitian yang digunakan yaitu Alessi dan Trollip karena dengan menggunakan model penelitian ini produk yang dihasilkan dalam bentuk elektronik dan tidak dicetak

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti termotivasi membuat penelitian mengenai “Pengembangan E-modul berbasis *PhET simulation* pada materi fluida dinamis SMA/MA”.

⁶ Rai Sujanem, Nyoman Putu Suwindra dan Iwan Suswandi. Efektifitas E-modul fisika berbasis Masalah Berbantuan Simulasi PhET dalam uji coba terbatas untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika UNDIKSHA*. Vol. 12, No. 2, 2022. h. 181.

⁷ Rizky Nafaida, A. Halim dan Syamsul Rizal. Pengembangan modul Berbasis PhET untuk meningkatkan Pemahaman Konsep dan Motivasi belajar siswa pada materi prmbiasan cahaya. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. Vol. 3, No. 1, h. 181-185.

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana desain E-modul berbasis *PhET simulation* pada materi fluida dinamis di SMA/MA?
2. Bagaimana kelayakan E-modul berbasis *PhET simulation* pada materi fluida dinamis di SMA/MA?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan Rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui desain E-modul berbasis *PhET simulation* pada materi fluida dinamis di SMA/MA.
2. Untuk mengetahui bagaimana tingkat kelayakan E-modul berbasis *PhET simulation* pada materi fluida dinamis di SMA/MA.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, adapun manfaat yang dapat diberikan dalam dunia Pendidikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti
Untuk menambah wawasan, pengalaman dan mendapatkan ilmu pengetahuan dalam mengembangkan modul sehingga layak untuk digunakan dan bisa dijadikan bahan ajar untuk masa yang akan datang.
2. Bagi peserta didik
Supaya siswa menjadi termotivasi dan tertarik untuk belajar fisika sehingga membuat peserta didik menjadi lebih aktif di kelas.

3. Bagi Guru

Dapat dijadikan sebagai bahan ajar atau media dalam proses pembelajaran

4. Bagi sekolah

Dapat dijadikan sebagai salah satu solusi bagi sekolah supaya dapat membantu siswa dalam melakukan praktikum dengan baik karena di sekolah banyak alat praktikum yang kurang memadai atau kekurangan alat.

E. Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahan penafsiran terhadap istilah yang digunakan dalam proposal ini, maka perlu diberikan penjelasan istilah sebagai berikut:

1. Modul

Modul pembelajaran merupakan bahan ajar yang digunakan untuk belajar secara mandiri oleh peserta didik terdiri dari isi materi, metode dan latihan, disusun secara sistematis dan menarik supaya dapat membantu peserta didik agar mencapai kompetensi yang diharapkan.

Modul yang dimaksud dalam penelitian ini adalah berupa modul pembelajaran berbasis *PhET* simulation pada materi Fluida Dinamis

2. E-Modul

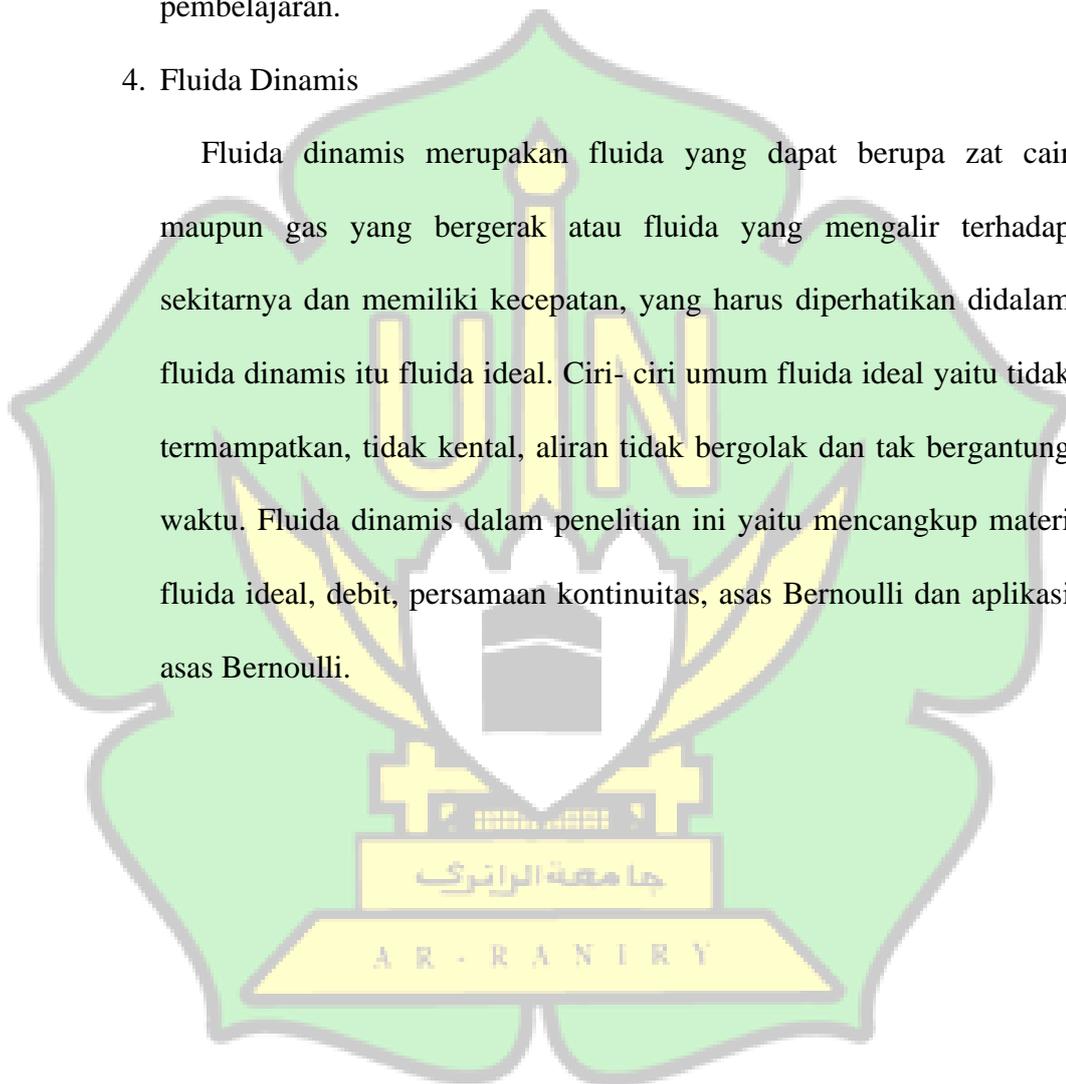
E-Modul merupakan versi elektronik dari modul yang berisi informasi digital yang dapat berwujud teks atau gambar. E-Modul yang dimaksud dalam penelitian ini adalah berupa modul cetak yang di ubah menjadi E-Modul

3. *PhET Simulation*

PhET simulation merupakan salah satu lab virtual yang dikembangkan oleh universitas Colorado, dari hasil pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi sehingga dapat dimanfaatkan oleh guru sebagai media pembelajaran.

4. Fluida Dinamis

Fluida dinamis merupakan fluida yang dapat berupa zat cair maupun gas yang bergerak atau fluida yang mengalir terhadap sekitarnya dan memiliki kecepatan, yang harus diperhatikan didalam fluida dinamis itu fluida ideal. Ciri- ciri umum fluida ideal yaitu tidak termampatkan, tidak kental, aliran tidak bergolak dan tak bergantung waktu. Fluida dinamis dalam penelitian ini yaitu mencakup materi fluida ideal, debit, persamaan kontinuitas, asas Bernoulli dan aplikasi asas Bernoulli.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Modul

1. Pengertian Modul

Modul adalah buku teks yang diproduksi secara sistematis menurut kurikulum tertentu, berupa satuan studi terkecil, serta memungkinkan pembelajaran secara mandiri untuk jangka waktu tertentu, dan dalam buku yang disebut modul ini juga dibatasi pada suatu “Bahan Belajar Tercetak. Untuk memberikan pemahaman terbaik kepada peserta didik tentang kompetensi yang diajarkan selama kegiatan pembelajaran ini merupakan tujuan dari disusunnya suatu modul. Bagi seorang pengajar modul juga menjadi referensi saat menyajikan dan menyampaikan materi selama kegiatan pembelajaran berlangsung.⁸ Pada modul juga terdapat serangkaian materi dan latihan-latihan yang sudah disusun secara sistematis untuk membantu siswa agar mencapai tujuan pembelajaran, modul juga disebut paket untuk belajar mandiri peserta didik.

Modul pembelajaran merupakan bahan ajar yang disusun dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.⁹ Modul juga harus disusun secara menarik dan menggunakan bahasa yang mudah dipahami sesuai dengan tingkat pengetahuan dan usianya agar dapat membantu peserta didik dalam proses belajar secara mandiri tanpa adanya

⁸ Purwanto, Aristo Rahadi, dan Suharto Lasmono. 2007. *Pengembangan Modul*. Jakarta. Seri Teknologi Pembelajaran. h. 9

⁹ Baiq Azmi Sukroyanti. Pengembangan Modul Berbasis Discovery Learning Materi Momentum dan Implus. *Jurnal pembelajaran, dan pengajaran fisika*. Vol, 4, No. 1, 2021. h. 11

bimbingan guru sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami suatu materi.

Modul juga memiliki manfaat salah satunya adalah dapat melatih peserta didik agar mampu belajar secara mandiri dan modul adalah bagian dari perangkat bahan ajar seperti buku paket, yang membedakan modul dengan buku ajar adalah pada buku ajar ruang lingkup yang digunakan adalah terkait dengan beberapa KD menyeluruh dalam satu semester dan evaluasi bisa dilakukan oleh guru atau pengajar sedangkan modul berkaitan dengan satu atau dua KD dan evaluasi dilakukan oleh pembaca modul tersebut. Modul bagian penting dalam media cetak yang sering digunakan oleh guru yang dimanfaatkan untuk melaksanakan pembelajaran yang memerlukan bantuan lebih rinci terhadap bagaimana aktivitas siswa dilakukan.

2. Fungsi modul

Modul memiliki fungsi untuk digunakan sebagai bahan pembelajaran dalam proses kegiatan belajar peserta didik. Melalui modul ini, siswa harus mampu menguasai kompetensi yang dibutuhkan untuk kegiatan pembelajaran yang diikutinya. Modul juga dapat memberikan panduan bagi siswa untuk belajar selama mengikuti pembelajaran.

Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam penulisan modul, Syarat-syarat tersebut ialah sebagai berikut:

- a. Guru, dosen, widyaiswara adalah pakar bidang ilmu tertentu atau memahami dengan baik dalam bidangnya
- b. Guru, dosen atau widyaiswara memiliki bakat menulis

- c. Guru, dosen atau widyaiswara memahami kebutuhan siswa dalam ilmu atau mata pelajaran tersebut.¹⁰

3. Karakteristik Modul

Karakteristik modul ialah untuk menghasilkan modul yang dapat meningkatkan motivasi belajar. Karakteristik yang harus diperhatikan dalam pengembangan modul dan sesuai dengan kebutuhan belajar dalam sebuah proses pembelajaran memiliki karakteristik yaitu sebagai berikut:

a. *Self instruction*

Self instruction ialah salah satu fitur yang penting dari sebuah modul. Dengan karakter self instruction, siswa dapat belajar secara mandiri atau sendiri, tanpa tergantung pada guru. Agar memenuhi karakter tersebut maka modul harus:

- 1) Membuat tujuan pembelajaran yang jelas dan dapat menggambarkan kompetensi dasar dan pencapaian standar kompetensi
- 2) Memuat materi pembelajaran yang dikemas dalam satuan kegiatan kecil atau tertentu, sehingga lebih mudah dipelajari secara tuntas.
- 3) Terdapat ilustrasi dan contoh yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran
- 4) Terdapat tugas, soal latihan dan sejenisnya memungkinkan untuk mengukur penguasaan siswa.
- 5) Kontekstual ialah materi yang disampaikan berkaitan dengan suasana, tugas atau konteks kegiatan dan lingkungan siswa
- 6) Menggunakan Bahasa yang sederhana dan komunikatif
- 7) Terdapat rangkuman materi pembelajaran
- 8) Terdapat instrument penilaian, yang memungkinkan siswa untuk melakukan penilaian diri
- 9) Terdapat umpan balik terhadap penilaian siswa, sehingga siswa mengetahui tingkat materi yang di kuasai
- 10) Terdapat informasi tentang referensi yang mendukung materi pembelajaran yang bersangkutan.¹¹

¹⁰ Purwanto, Aristo Rahadi dan Suharto Lasmono. 2007. *Pengembangan Modul*. Jakarta. Seri Teknologi Pembelajaran. h. 13

¹¹ Tim penyusun. 2020. *Pedoman penyusunan modul Pendidikan dan pelatihan*. Surabaya. Universitas Pembangunan Nasional Jawa timur. h. 4

b. *Self Contained*

Modul dikatakan *self contained* jika seluruh mencakup semua bahan studi satu kali pertemuan yang dibutuhkan tercakup dalam modul tersebut. Tujuan dari konsep ini ialah memberikan kesempatan kepada siswa untuk mempelajari materi secara menyeluruh, karena materi pembelajaran dikemas ke dalam satu kesatuan yang utuh. Jika perlu dilakukan pemisahan atau membagi materi dari suatu kompetensi dasar, harus dilakukan secara cermat dan memperhatikan keluasan kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh peserta didik.

c. *Stand Alone/independent*

Stand alone adalah karakteristik modul yang tidak bergantung pada bahan ajar atau media lain dan tidak harus digunakan Bersama-sama dengan bahan ajar/media lain. Adanya modul, siswa dapat mempelajari dan menyelesaikan tugas-tugas yang terdapat pada modul tanpa perlu tambahan buku pelajaran. Bahan ajar tidak tergolong modul mandiri jika siswa masih menggunakan dan mengandalkan bahan ajar selain modul yang digunakan.

d. *Adaptive*

Modul hendaknya memiliki kemampuan beradaptasi dengan perkembangan teknologi. Jika modul dapat beradaptasi dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, dikatakan adaptif dan dapat digunakan di berbagai perangkat keras secara fleksibel.¹²

¹² Tim penyusun. 2020. *Pedoman penyusunan modul Pendidikan dan pelatihan*. Surabaya. Universitas pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur. h. 5

e. *Self Friendly*

Modul hendaknya memuat tentang alat penilaian pembelajaran untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi yang terdapat dalam modul.

f. *User Friendly*

Modul juga memenuhi aturan *User Friendly* atau bersahabat/mudah dengan pemakainya. Deskripsi dan tampilan setiap bagian informasi sangat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan penggunaan dalam menanggapi dan mengakses sesuai keinginan. Penggunaan Bahasa yang sederhana, mudah dan menggunakan istilah umum yang digunakan, ialah salah satu bentuk yang *user friendly*¹³

4. Kelebihan dan kekurangan modul

a. Kelebihan modul

- 1) Materi yang terdapat pada modul telah terangkum sehingga memudahkan siswa memahami materi tersebut.
- 2) Meningkatkan motivasi siswa untuk belajar.
- 3) Mengatasi keterbatasan waktu pada saat proses pembelajaran berlangsung.
- 4) Dapat membuat siswa lebih aktif dalam belajar.
- 5) Dapat dipelajari secara mandiri

¹³ Tim penyusun. 2020. Pedoman penyusunan modul Pendidikan dan pelatihan. Surabaya. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur. h. 6

b. Kekurangan modul

- 1) Penjelasan teori yang terdapat pada modul lebih sedikit dibandingkan buku.
- 2) Biaya dalam pembuatan modul memerlukan banyak biaya.
- 3) Kurang efektif atau kurang dimengerti jika digunakan tanpa pengawasan guru.

B. E-Modul

1. Pengertian E-Modul

E-modul merupakan sebuah media digital yang tampilan dan sistem penulisannya dibuat seperti modul, didalamnya berisi serangkaian kegiatan pembelajaran yang saling terhubung oleh link dan dapat dilengkapi oleh multimedia serta dijalankan menggunakan komputer.¹⁴ E-modul adalah bahan belajar mandiri dan secara sistematis yang disajikan dalam bentuk elektronik dimana setiap kegiatan pembelajaran dihubungkan dengan tautan sebagai navigasi yang membuat peserta didik menjadi lebih interaktif dengan program.

Dengan adanya E-modul dapat membuat peserta didik seakan-akan sedang membaca buku secara manual dengan membalikkan lembar halaman buku. Dan peserta didik juga dapat memanfaatkan teknologi informasi sehingga E-modul yang ada dapat menambah fasilitas multimedia seperti gambar, animasi dan juga dapat menambahkan fasilitas seperti tes atau evaluasi interaktif sehingga siswa lebih dapat berinteraksi dengan sumber belajarnya. E-modul juga dapat

¹⁴ Elfita Rahmi, Nurdin Ibrahim, dan Dwi Kusumawardani. Pengembangan Modul Online sistem belajar terbuka dan jarak jauh untuk meningkatkan kualitas pembelajaran pada program studi teknologi Pendidikan. *Jurnal Visipena*. Vol. 12. No.1, 2021 h.52

memudahkan peserta didik dalam belajar secara mandiri dan dapat menambah prestasi peserta didik.

Manfaat E-modul dapat mengalihkan perhatian peserta didik dari membuka konten-konten pada *smartphone* yang kurang bermanfaat ke konten-konten pembelajaran yang lebih bermanfaat, memberikan pilihan kepada peserta didik untuk menggali sumber belajar yang menarik interaktif menjawab rasa ingin tahun peserta didik, memberikan solusi kepada peserta didik untuk dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi secara bijak.

2. Kelebihan E-modul

- a. Lebih menarik karena dilengkapi dengan fasilitas multimedia
- b. Lebih interaktif karena peserta didik dapat melakukan evaluasi diri terhadap suatu kompetensi
- c. Penggunaan kertas dapat dibatasi
- d. Dapat digunakan di berbagai peralatan seperti laptop, komputer, dan *smartphone*
- e. Memiliki ukuran yang kecil dibandingkan dengan buku.

3. Kekurangan E-modul

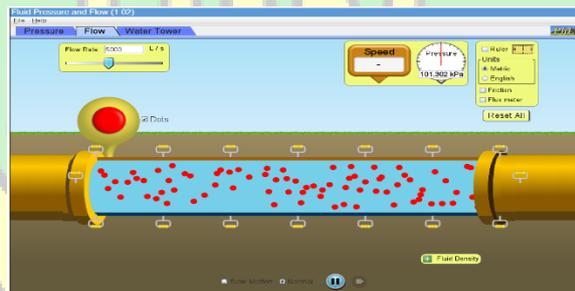
- a. Keterbatasan dalam koneksi internet
- b. Kesulitan dalam memahami materi
- c. Ukuran huruf terlalu kecil
- d. Membuat kualitas mata berkurang

- e. Tidak dapat mengatur halaman secara acak sesuai dengan halaman yang diinginkan¹⁵

C. *PhET Simulation*

1. 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 siswa dikarenakan phet mampu menampilkan gambaran secara interaktif yang tidak tampak oleh mata telanjang.¹⁶



Gambar 2.1 Simulasi *PhET*¹⁷

Dengan menggunakan simulasi *PhET* siswa dapat melakukan praktikum secara virtual sehingga dalam proses pembelajaran dapat membantu siswa dalam memahami materi fisika dikarenakan siswa dapat melakukan praktikum secara virtual, dan simulasi *PhET* ini, juga dapat mengatasi keterbatasan dari KIT sains. Simulasi *PhET* ini memiliki kelebihan salah satunya ialah terdapat pada tampilan

¹⁵ Angraini Diah Puspitasari. Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul cetak dan Modul elektronik pada siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol. 7 No. 1. 2019. hal 23

¹⁶ Melva Oktaviana, Desy Hnaisa Putri, Eko Risdianto. Pengembangan modul Elektronik Berbantuan Simulasi PhET Pada pokok Bahasan Gerak Harmonik Sederhana di SMA. *Jurnal Kumparan Fisika*. Vo. 3, No. 2. 2020. h.132

¹⁷ <https://phet.colorado.edu/en/simulations/fluid-pressure-and-flow>, dikases pada tanggal 28 januari 2023

yang menarik sehingga membuat siswa berminat untuk menggunakannya. Dalam simulasi *PhET* terdapat alat ukur seperti mistar, voltmeter, stop-watch dan thermometer, sehingga bisa membuat siswa melakukan praktikum secara virtual dengan begitu dapat mengembangkan keterampilan proses ilmiah mereka.¹⁸ simulasi *PhET* ini dapat membuat siswa belajar sambil bermain sehingga tidak menyebabkan siswa menjadi bosan dalam pembelajaran dikarenakan didalam simulasi *PhET* terdapat tampil yang menarik dan membuat siswa menjadi semangat dalam belajar.

2. Manfaat *PhET Simulation*

PhET Simulation memiliki manfaat yaitu:

- a. Membutuhkan keterlibatan dan interaksi dengan peserta didik
- b. Memberi feedback yang dinamis
- c. Mendidik siswa agar memiliki pola berfikir konstruktivisme
- d. Menciptakan suasana belajar yang menarik dikarenakan siswa dapat belajar sambil bermain melalui simulasi
- e. Mampu memvisualisasikan konsep-konsep fisika.¹⁹

PhET Simulation ini dapat digunakan untuk sebagai pengganti 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 dipraktikkan secara langsung dikarenakan ada Sebagian materi fisika yang bersifat abstrak. Di dalam simulasi *PhET* ini berisi tentang simulasi dalam pembelajaran IPA seperti fisika, kimia dan biologi.

¹⁸ Dewi Armitha Basri, Bunga Dara Amin, Ahmad Yani. Implementasi simulasi PhET Simulasi (Physics Education Technology) 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

¹⁹ Enna Marti Eka Putri, Irwan Koto, 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

D. Fluida Dinamis

Fluida dinamis adalah fluida yang dikatakan bergerak atau mengalir jika fluida itu bergerak secara terus menerus relatif terhadap lokasi sekitarnya. Ada dua macam aliran dalam fluida dinamis yaitu, streamline dan turbulent.

1. Aliran garis arus (*streamline*), ialah aliran yang mengikuti garis arus atau melengkung, dengan ujung dan bagian pangkalnya. Oleh karena itu, aliran setiap partikel melalui suatu garis yang sama seperti partikel lain yang melewati titik itu. arah gerak partikel dalam suatu aliran garis arus disebut garis arus.
2. Aliran turbulent ialah aliran yang berputar dimana arah Gerak partikel-partikelnya berbeda atau bahkan berlawanan dengan arah fluida secara keseluruhan.

Dalam pembahasan fluida dinamis, maka fluida itu memiliki syarat yaitu fluida harus ideal. Fluida ideal merupakan fluida yang tidak dapat dimampatkan, bergerak dengan tidak ada gesekan dan alirannya disederhanakan (stasioner).

Fluida ideal memiliki ciri-ciri yaitu:

- Tidak kompresible yaitu volumenya tidak berubah dikarenakan adanya pengaruh tekanan
- Tanpa mengalami gesekan merupakan Ketika cairan mengalir gesekan diantara fluida dan dinding diabaikan
- Aliran stasioner ialah setiap partikel memiliki garis aliran tertentu dan untuk luas penampang akan memiliki kecepatan yang sama²⁰

²⁰ Tri Widodo. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta. Pusat perbukuan departemen Pendidikan Nasional. h.165

a. Persamaan kontinuitas

Dalam fluida dinamis memiliki besaran yaitu debit. Debit adalah laju aliran air atau ukuran dari derasnya dari aliran fluida. besarnya debit dinyatakan banyaknya volume air yang mengalir setiap detik.

$$Q = \frac{V}{t} \dots \dots \dots 2.1$$

Dengan:

Q = debit (m^3/s)

V = volume air yang mengalir (m^3)

t = waktu aliran (s)

jika melewati pipa, volume air yang mengalir memenuhi $V = A.S$. apabila nilai ini disubstitusikan ke persamaan 2.1, sehingga dapat diperoleh definisi sebagai berikut:

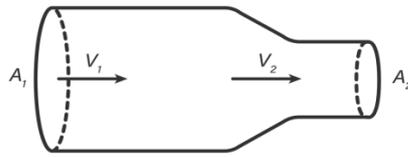
$$Q = A \cdot \frac{S}{t}$$

$$Q = A \cdot v \dots \dots \dots 2.2$$

Dengan:

A= luas penampang (m^2)

v = kecepatan aliran (m/s)



Gambar 2.2 Persamaan Kontinuitas²¹

Pipa aliran fluida atau air biasanya memiliki penampang yang berbeda-beda. Contohnya seperti pada pipa PDAM. Pipa aliran di jalan berdiameter sebesar 30 cm tetapi pada saat masuk perumahan bisa menyusut hingga 10 cm dan mencapai kran di rumah sisa 20 cm. jika air yang mengalir tidak digunakan maka akan terjadi kekekalan debit dan dinamakan kontinuitas. Kontinuitas atau kekekalan debit dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q_1 = Q_2$$

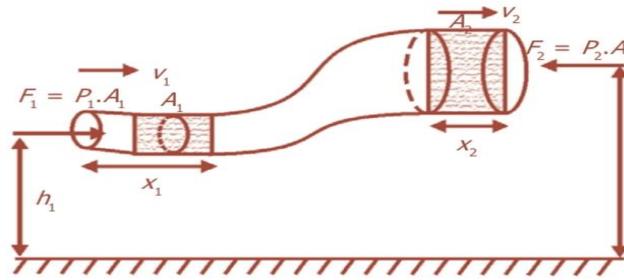
$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \dots \dots \dots 2.3^{22}$$

b. Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli membahas tentang hubungan kecepatan aliran fluida, ketinggian dan tekanan menggunakan konsep usaha dan energi. Seperti pada gambar di bawah ini, fluida mengalir melalui pipa dengan luas penampang dengan ketinggian yang berbeda.

²¹ Setya Nurachmandani. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. h. 221

²² Sri Handayani, Ari Damari. 2009. *Fisika untuk SMA dan MA Kelas XI*. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. h. 118



Gambar 2.3 Kekekalan Energi Pada Aliran Fluida.²³

Fluida mengalir dari penampang A_1 ke ujung pipa penampang A_2 karena perbedaan tekanan kedua ujung pipa. Jika masa jenis fluida ρ , maka laju aliran fluida pada penampang A_1 adalah v_1 , dan pada penampang A_2 sebesar v_2 . Setelah bergerak ke kanan dengan gaya $F_1 = P_1 \cdot A_1$ yang disebabkan oleh tekanan P_1 . Setelah selang waktu t sampai pada penampang A_2 sejauh $x_2 = v_2 \cdot t$. usaha yang dilakukan gaya F_1 sebesar:

$$W_1 = +F_1 \cdot x_1 = P_1 \cdot A_1 \cdot x_1 \dots\dots\dots 2.4$$

Setelah itu, gaya F_2 melakukan usaha sebesar:

$$W_2 = -F_2 \cdot x_2 = -P_2 \cdot A_2 \cdot x_2 \dots\dots\dots 2.5$$

(diberi tanda – dikarenakan gaya pada F_2 berlawanan dengan arah gerak fluida)

Sehingga usaha total yang dilakukan adalah:

$$W = W_1 + W_2 \dots\dots\dots 2.6$$

$$W = P_1 \cdot A_1 \cdot x_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot x_2 \dots\dots\dots 2.7$$

Karena $A_1 \cdot x_1 = A_2 \cdot x_2 = V$ dan $V = \frac{m}{\rho}$, maka:

²³ Bambang Haryadi. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. h. 161

$$W = P_1 \frac{m}{\rho} - P_2 \frac{m}{\rho} = (P_1 - P_2) \frac{m}{\rho}$$

W adalah usaha total yang dilakukan pada bagian fluida dengan volumenya $V = A_1 \cdot x_1 = A_2 \cdot x_1$ yang akan menjadi tambahan energi mekanik total pada bagian fluida tersebut.

$$Em = \Delta Ek + \Delta Ep$$

$$Em = \left(\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \right) + (m g h_2 - m g h_1) \dots \dots \dots 2.8$$

Sehingga:

$$W = \Delta Em$$

$$(P_1 - P_2) \frac{m}{\rho} = \left(\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \right) + (m g h_2 - m g h_1)$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho g h_1^2 + p g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho g h_2^2 + p g h_2$$

Atau disetiap titik pada fluida yang bergerak berlaku:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = \text{konstan} \dots \dots \dots 2.9$$

Pada persamaan di atas disebut dengan persamaan Bernoulli.

Penerapan hukum Bernoulli dalam kehidupan sehari-hari diuraikan berikut ini:

1) Teori Torricelli

Dari persamaan Bernoulli dapat digunakan untuk menentukan kecepatan aliran cairan keluar dari lubang pada dinding tabung. Dengan menganggap

diameter pipa lebih besar dari diameter lubang, sehingga permukaan cairan dalam tabung turun perlahan, maka kecepatan v_1 dapat dianggap nol.²⁴

Titik 1 (permukaan) dan titik 2 (lubang) terbuka ke udara maka tekanan pada kedua titik tersebut sama dengan tekanan atmosfer, $P_1 = P_2$, jadi persamaan Bernoulli adalah:

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 = 0 + \rho g h_1$$

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g (h_1 - h_2)$$

$$v = \sqrt{2g (h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots 2.10$$

Keterangan:

v = Kecepatan Semburan (m/s)

h = Tinggi Lubang dari permukaan (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Dari persamaan 2.10 di sebut teori Torricelli, yang menunjukkan kecepatan cairan yang mengalir melalui lubang sama dengan kecepatan benda saat jatuh bebas dari ketinggian yang sama.

2) Venturimeter

Venturimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur aliran kecepatan cairan dalam pipa. Aliran cairan dengan massa jenis ρ mengalir lewati

²⁴ Bambang Haryadi. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. h. 162

pipa dengan luas penampang A_1 . Di bagian sempit tabung, luas penampang adalah A_2 .

Venturimeter yang dilengkapi manometer yang berisi cairan dengan massa jenis ρ_2' . Menurut persamaan kontinuitas, pada titik 1 dan 2 dapat dinyatakan:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} \dots \dots \dots 2.11$$

Berdasarkan persamaan Bernoulli, berlaku:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Karena $h_1 = h_2$ maka:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \dots \dots \dots 2.12$$

Dari persamaan 2.11 dan 2.12

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho \left(\frac{A_1^2}{A_2^2} \right) v_1^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left(\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_2^2} \right) \dots \dots \dots 2.13^{25}$$

Berdasarkan persamaan tekanan hidrostatis, pada manometer berlaku:

$$P_A = P_1 + \rho g h_1$$

$$P_B = P_2 + \rho g (h_1 - h) + \rho' g h$$

²⁵ Bambang Haryadi. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. h. 163

Titik A dan B berada pada satu bidang mendatar, maka berlaku hukum pokok hidrostatika

$$P_A = P_B$$

$$P_1 + \rho gh_1 = P_2 + \rho g(h_1 - h) + \rho' gh$$

$$P_1 - P_2 = \rho' gh - \rho gh$$

$$P_1 - P_2 = (\rho' - \rho)gh \dots \dots \dots 2.14$$

Dari persamaan (2.13) dan (2.14) diperoleh:

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 \left(\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_2^2} \right) = (\rho' - \rho)gh$$

Sehingga:

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2(\rho' - \rho)gh}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}} \dots \dots \dots 2.15$$

Dengan :

V_1 = laju aliran fluida pada pipa besar (m/s)

A_1 = luas penampang pipa besar (m²)

A_2 = luas penampang pipa kecil (m²)

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

ρ' = massa jenis fluida dalam manometer (kg/m³)

h = selisih tinggi permukaan fluida pada manometer(m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Untuk venturimeter tanpa manometer, prinsipnya sama, ganti tabung manometer dengan pipa pengukur beda tekanan. Berdasarkan persamaan tekanan hidrostatik, maka tekanan pada titik 1 dan 2 adalah:

$$P_1 = P_0 + \rho gh_1$$

$$P_2 = P_0 + \rho gh_2$$

Selisih tekanan pada kedua penampang adalah:

$$P_1 - P_2 = \rho g(h_1 - h_2) = \rho gh$$

Dengan menggabungkan persamaan diatas diperoleh:

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{(A_1^2 - A_2^2)}} \dots\dots\dots 2.16^{26}$$

3) Tabung Pitot

Tabung pitot digunakan untuk mengukur laju aliran gas. Misalnya seperti, udara mengalir di dekat lubang a. lubang ini sejajar dengan arah aliran udara dan dipasang cukup jauh dari ujung pipa sehingga kecepatan dan tekanan udara dalam di dalam tabung memiliki nilai yang sama dengan aliran udara bebas.

Tekanan di kaki kiri manometer sama dengan tekanan di aliran udara, yaitu P_a . lubang di kaki kanan manometer tegak lurus dengan aliran, jadi kecepatan di titik b menjadi nol ($v_b=0$). Pada titik ini gas dalam keadaan diam dan tekanannya adalah P_b dan menerapkan hukum Bernoulli di titik a dan b maka:

²⁶Bambang Haryadi. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. h. 164

$$P_a + \frac{1}{2}\rho v_a^2 + \rho g h_a = P_b + \frac{1}{2}\rho v_b^2 + \rho g h_b$$

Karena $v_b = 0$, dengan menganggap $h_a = h_b$, diperoleh:

$$P_a + \frac{1}{2}\rho v^2 = P_b \dots\dots\dots 2.17$$

Dalam manometer yang berisi zat cair dengan massa jenis ρ' , maka titik c dan d berada pada bidang yang sama pada bidang mendatar sehingga:

$$P_c = P_d$$

$$P_a + \rho' g h = P_d$$

Karena pada $P_d = P_b$, maka:

$$P_a + \rho' g h = P_b \dots\dots\dots 2.18$$

Dengan menghubungkan persamaan i dan ii maka diperoleh:

$$P_a + \frac{1}{2}\rho v^2 = P_a + \rho' g h$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h \cdot \rho'}{\rho}} \dots\dots\dots 2.19$$

Dengan:

v = Laju aliran gas (m/s)

ρ = Massa jenis gas (kg/m³)

ρ' = Massa jenis zat cair manometer (kg/m³)

h = Selisih tinggi permukaan zat cair dalam manometer (m)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)²⁷

a. Alat penyemprot

Ketika penghisap ditekan, udara keluar dari lubang dengan cepat dari lubang sempit pada ujung pompa. Berdasarkan hukum Bernoulli, dimana kecepatan tinggi, tekanannya akan mengecil. Akibatnya, tekanan udara pada bagian atas penampung lebih kecil cairan dalam penampung. Karena perbedaan tekanan ini, cairan bergerak ke atas dan terhambur keluar dalam bentuk kabut bersama semburan udara pada ujung pompa.

4) Gaya angkat sayap pesawat

Penampang sayap pesawat memiliki punggung yang lebih tajam dan sisi atas yang lebih melengkung dari pada bagian bawah. Bentuk ini membuat kecepatan aliran udara melalui sisi bagian atas pesawat v_1 lebih besar dari pada kecepatan aliran udara di bagian bawah sayap v_2 . Menurut hukum Bernoulli, pada tempat yang memiliki kecepatan lebih tinggi tekanannya akan lebih rendah. Contohnya, tekanan udara di atas sayap adalah P_1 dan tekanan udara di bawah sayap pesawat sebesar P_2 maka:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

²⁷Bambang Haryadi. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. h. 165

bergerak.³⁰ E-modul dengan menggunakan flip pdf professional ini juga dapat digunakan dimana saja, sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif dan lebih menarik.



³⁰ Mutia Nanda Sari, Muhammad Daud, Faradhillah. Pengembangan E-Modul Fluida untuk Pemahaman konsep Siswa menggunakan Aplikasi Flip Pdf Professional. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. Vol 8, No. 1. 2022. Hal-36.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Metode R&D (Research and Development) atau penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian menghasilkan produk tertentu dan menguji efektivitas produk yang telah dihasilkan.³¹ Dalam penelitian pengembangan modul ini model penelitian yang digunakan adalah Alessi dan Trollip.

B. Langkah-langkah Penelitian

Penelitian pengembangan ini menggunakan Langkah-langkah penelitian model Alessi dan Trollip yaitu terdapat tiga langkah yang harus diterapkan ialah *planning, design, dan development*.

1. Planning

Dalam tahap pertama dilakukan analisis kebutuhan yang telah peneliti dapatkan di SMAN 3 Seunagan terhadap kesulitan materi dengan cara membagikan angket kepada peserta didik, sehingga memperoleh data bahwa peserta didik mengalami kesulitan memahami pada materi Fluida Dinamis, dari angket yang telah dibagikan kepada peserta didik. Materi tersebut merupakan salah satu materi kelas XI pada semester ganjil dan yang tergolong ke dalam materi yang sulit dipahami oleh peserta didik.

³¹ Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung. Alfabeta.h. 297

Berdasarkan hasil observasi yang telah peneliti dapatkan sehingga memperoleh data bahwa pada saat proses pembelajaran belum dimanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi dalam pembelajaran sebagaimana yang ingin diterapkan pada Pendidikan yang berkembang saat ini, selain itu minat belajar peserta didik masih sangat rendah hal ini disebabkan karena pembelajaran fisika kurang disukai oleh peserta didik, kurangnya bahan ajar dalam proses pembelajaran, fasilitas laboratorium kurang memadai sehingga menjadi hambatan bagi peserta didik untuk melakukan praktikum dan waktu yang terbatas juga menjadi salah satu alasan tidak menggunakan media pembelajaran yang berbasis teknologi. Oleh sebab itu dalam melakukan praktikum fisika, diperlukan media alternatif salah satu media tersebut adalah simulasi *PhET*.

2. *Design*

Pada tahap yang kedua yaitu *design* dimana pada tahap ini penulis merancang produk berupa modul yaitu dilakukan pengembangan konsep, menentukan desain tampilan modul, membuat *flowchart*, menentukan *software* yang akan digunakan dan melakukan validasi instrumen ahli media dan ahli materi.

3. *Development*

Pada tahap *development* yaitu tahap dilakukan perancangan modul diubah kedalam bentuk PDF agar dapat diunggah pada Flip PDF Professional untuk dikembangkan sesuai rancangan yang telah disiapkan peneliti, dan kemudian diuji kelayakan terhadap E-modul yang telah dikembangkan agar peneliti dapat merevisi E-modul tersebut berdasarkan masukan yang telah diberikan oleh ahli supaya dapat mengetahui apakah E-modul tersebut layak digunakan atau tidak.

C. Instrumen Pengumpulan Data

Instrument pengumpulan data yang digunakan untuk menguji kelayakan produk pada penelitian ini yaitu berupa lembar validasi kepada validator untuk mengukur kelayakan pada E-modul berbasis PhET *simulation* pada materi fluida dinamis di SMA/MA dimana pada lembar validasi tersebut para ahli dapat memberi kritikan atau masukan agar peneliti dapat memperbaiki atau merevisi E-modul tersebut agar layak digunakan dalam proses pembelajaran.

1. Lembar validasi ahli materi
2. Lembar validasi ahli media

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini agar dapat diketahui bahwa produk tersebut berupa E-modul layak digunakan atau tidak yaitu dengan cara mengisi angket berupa lembar validasi kemudian lembar validasi tersebut di uji oleh ahli materi dan ahli media dengan memberi kritik dan diberi masukan atau saran pada E-modul yang dikembangkan, agar peneliti dapat memperbaiki E-modul tersebut. Pada Teknik pengumpulan data ukuran penilaian validator terdiri dari Tidak Layak (TL) dengan nilai 1, Kurang Layak (KL) dengan nilai 2, Layak (L) dengan nilai 3 dan Sangat Layak (SL) dengan nilai 4.

1. Validasi ahli materi

Validasi ahli materi dilakukan oleh 3 orang Dosen Pendidikan Fisika UIN-Ar-Raniry. Adapaun tujuan adari validasi sebagai pengumpulan data dari pengguna untuk mengetahui apakah materi pembelajaran layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

2. Validasi ahli media

Validasi ahli media dilakukan oleh 3 orang Dosen Pendidikan Teknologi Informasi UIN Ar-Raniry bidang teknologi yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran yang dilihat dari aspek tampilan dan program.

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kualitatif yaitu berupa penilaian kritikan dan masukan atau saran yang telah diberikan oleh validator pada lembar validasi tersebut. Sedangkan data yang digunakan dalam validasi pengembangan E-modul merupakan data kuantitatif dengan ukuran penilain validator yang terdiri dari:

Tabel 3.1 Ukuran Penilaian Validator³²

Klasifikasi Tanggapan	Bobot Nilai
Sangat Layak (SL)	4
Layak (L)	3
Kurang Layak (KL)	2
Tidak Layak (TL)	1

³² Rizky Sriandi Firmansyah. Validitas Kepraktisan Modul Pembelajaran Human Machine Interface pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik Di SMK Negeri 3 Jombang. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*. Vol. 9, No. 2. 2020. h. 399

Untuk menghitung nilai dari lembar validasi tersebut dengan nilai yang terdapat pada tabel di atas dapat kita hitung dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan ialah:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

Dengan:

\bar{X} = Skor rata-rata penilaian oleh para ahli

$\sum X$ = jumlah skor yang diperoleh ahli

N = jumlah pertanyaan.

Sedangkan untuk mengubar skor rata-rata penilaian para ahli agar dapat mengetahui kelayakan/ valid modul tersebut. Hasil pengembangan E-modul yang awal mulanya bernilai berupa skor di ubah menjadi data kualitatif, Dengan menggunakan rumus persentase:

$$\text{persentase Kelayakan} = \frac{\text{Rata - rata keseluruhan aspek}}{\text{skor tertinggi penilaian}} \times 100\%$$

data yang telah dihitung dari rumus persentase kemudian diperoleh kriteria penilaian kelayakan E-modul tersebut sebagai berikut:

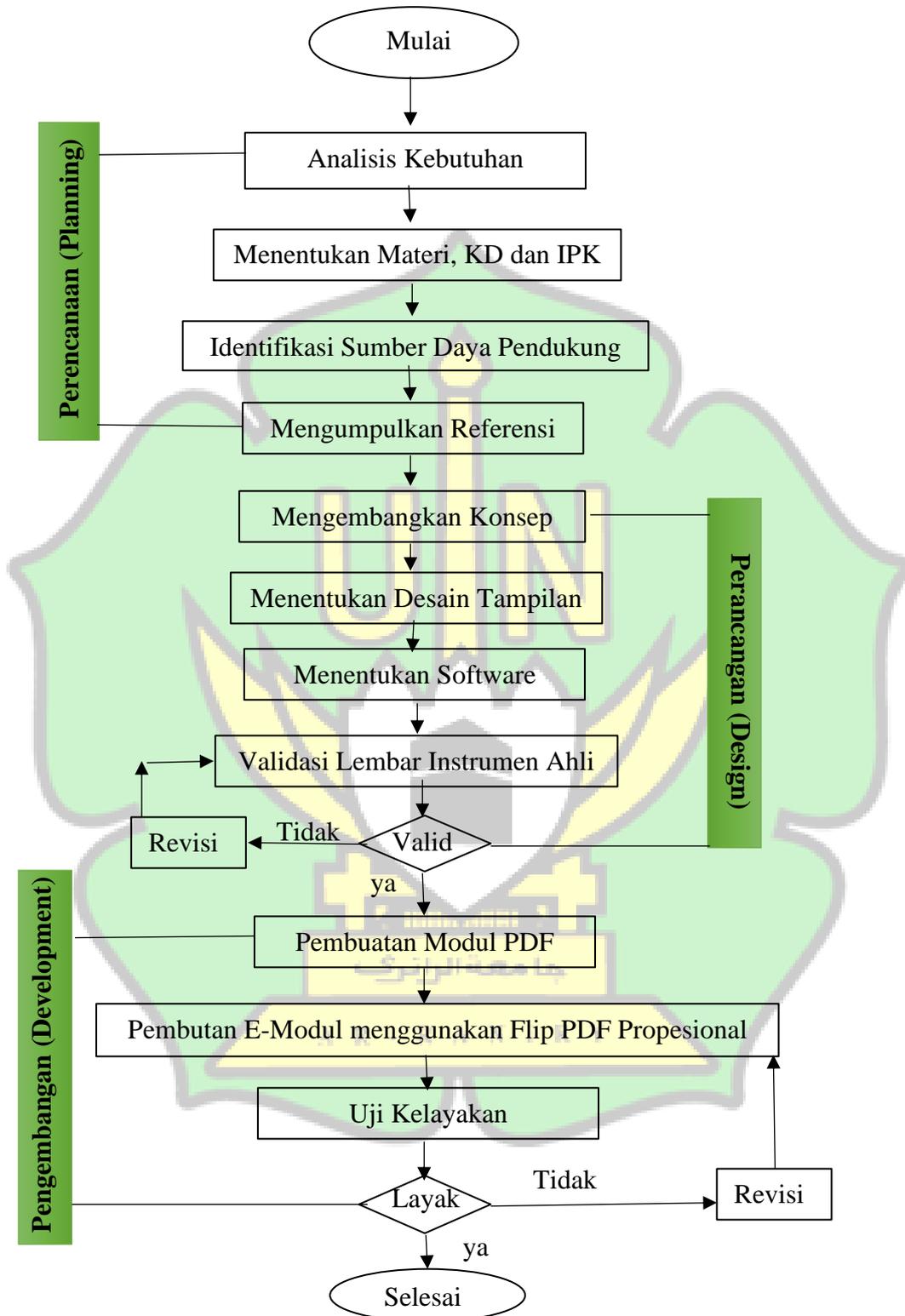
Tabel. 3.2. Kriteria Kelayakan E-modul ³³

Skala (%)	Kriteria Kelayakan
0-44	Tidak layak
45-64	Layak dengan predikat cukup
65-84	Layak dengan predikat bagus
85-100	Layak dengan predikat sangat bagus



³³ Yosi Wulandari dan Wachid E. Purwanto. Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama. *Jurnal Penelitian Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*. Vol.3, No.2, 2017. h.166.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Desain E-Modul Berbasis *PhET Simulation*

Pengembangan E-Modul Berbasis PhET Simulation sangat dibutuhkan oleh guru dan peserta didik. E-modul memberikan solusi kepada peserta didik untuk dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi secara bijak dan PhET Simulation dapat memungkinkan peserta didik untuk lebih terlibat dalam pembelajaran, sehingga dapat memberikan suatu pengalaman bermakna bagi peserta didik yang memungkinkan untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.³⁴

Penelitian ini menghasilkan sebuah produk E-modul Berbasis *PhET Simulation* pada materi Fluida Dinamis, supaya dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi yang dianggap sulit untuk dimengerti melalui E-modul berbasis *PhET simulation*. Pengembangan E-modul berbasis *PhET simulation* pada materi Fluida Dinamis dirancang berdasarkan Langkah-langkah sesuai dengan prosedur pengembangan Alessi dan Trolip yaitu *planning, design, dan development*.

³⁴ 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. 3, No. 1, h. 181-185

a. Planning

Dalam tahapan perencanaan Peneliti melakukan tiga tahapan perencanaan yaitu:

1) Analisis Kebutuhan

- a) Pada saat proses pembelajaran belum dimanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi dalam pembelajaran sebagaimana yang ingin diterapkan pada Pendidikan yang berkembang saat ini
- b) Minat belajar peserta didik masih sangat rendah hal ini disebabkan karena pembelajaran fisika kurang disukai oleh peserta didik
- c) Kurangnya bahan ajar dalam proses pembelajaran
- d) fasilitas laboratorium kurang memadai sehingga menjadi hambatan bagi peserta didik untuk melakukan praktikum
- e) waktu yang terbatas juga menjadi salah satu alasan tidak menggunakan media pembelajaran yang berbasis teknologi

2) Menentukan Materi, KD dan IPK

Tahap kedua yaitu menentukan materi, KD dan IPK yaitu dengan cara membagikan angket kepada peserta didik. Angket yang dibagikan memuat 5 materi pembelajaran pada kelas XI IPA 1 SMAN 3 Seunagan untuk mengetahui tingkat kesulitan materi yang sulit dipelajari oleh siswa. Berdasarkan analisis hasil kesulitan materi diketahui bahwa materi yang dianggap sulit oleh siswa yaitu materi

fluida dinamis dikarenakan masih banyak siswa yang kurang memahami materi tersebut.

3) Identifikasi Sumber Daya Pendukung

Tahap ketiga identifikasi sumber daya pendukung dan mengumpulkan referensi. Pada tahap ini penulis mengumpulkan sumber yang akan di muat dalam E-Modul berbasis *PhET Simulation* adalah empat buku SMA/MA, dua buku fisika dasar untuk mendapatkan materi yang lengkap, video yang dipilih dari youtube serta RPP dan LKPD yang terdapat di dalam E-Modul berbasis *PhET Simulation* dinilai terlebih dahulu oleh dosen ahli bidangnya.

b. Design

Pada tahap yang kedua yaitu *design* penulis dimana penulis merancang produk berupa modul dengan 4 tahapan yaitu:

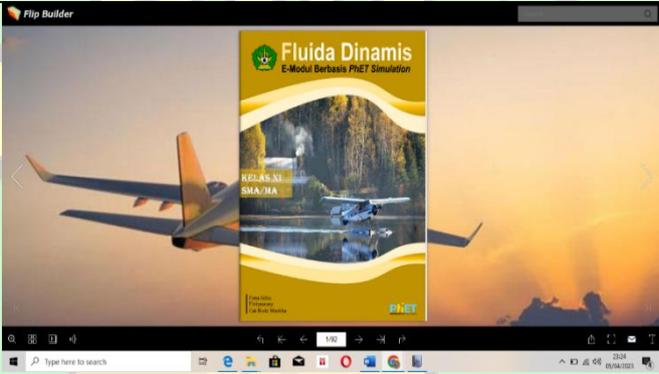
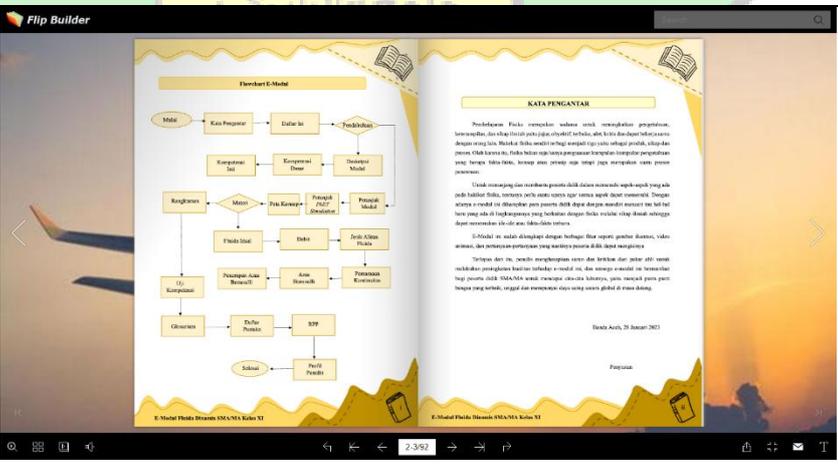
1) Mengembangkan Konsep

Dalam tahapan pengembangan konsep yaitu tahapan dimana penulis mengembangkan konsep dilakukan dengan cara menyatukan komponen-komponen yang dimuat terdiri atas: materi yang dipaparkan didalam e-modul adalah materi debit, persamaan kontinuitas dan azas bernoulli, video, gambar, uji kompetensi, glosarium, LKPD, RPP, dan lain sebagainya.

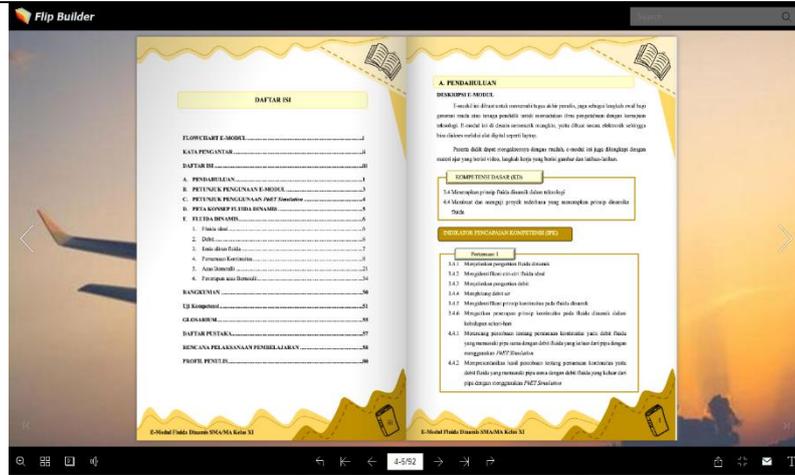
2) Menentukan desain tampilan modul

E-modul *Berbasis PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis di SMA/MA di desain dengan menggunakan *Microsoft Word* dimulai dari *cover* bagian depan hingga *cover* bagian belakang. Pemilihan format warna yang beragam juga sesuai dengan warna base yaitu warna kuning. Pada bagian atas isi dalam modul tertulis judul modul untuk setiap lembarnya. Desain awal modul ini dibuat berdasarkan dengan format yang telah dipilih. Hasil akhir dari desain tampilan E-modul *Berbasis PhET Simulation* dapat dilihat pada Tabel 4.1:

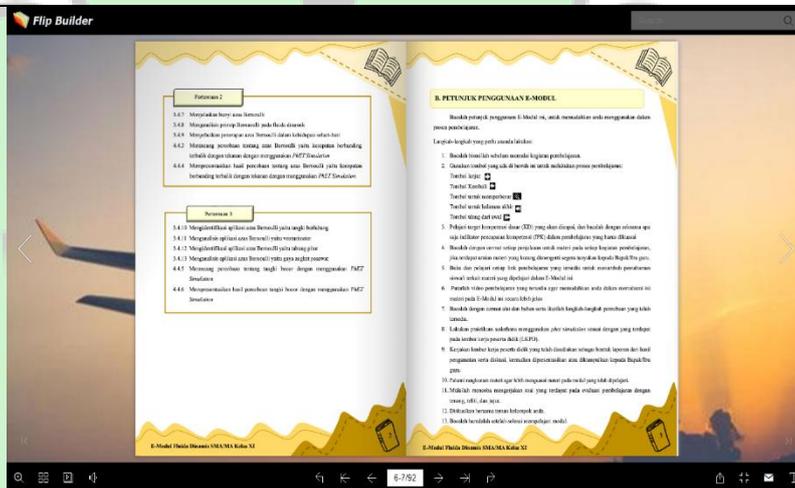
Tabel 4.1 Desain Tampilan E-modul *Berbasis PhET Simulation*

<p>Cover</p>	
<p>Flowchart dan Kata Pengantar</p>	

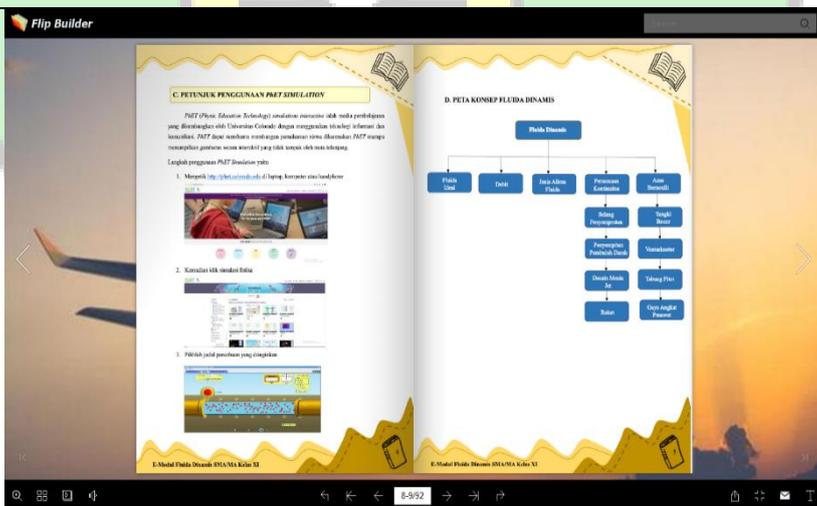
Daftar isi dan Deskripsi E-modul



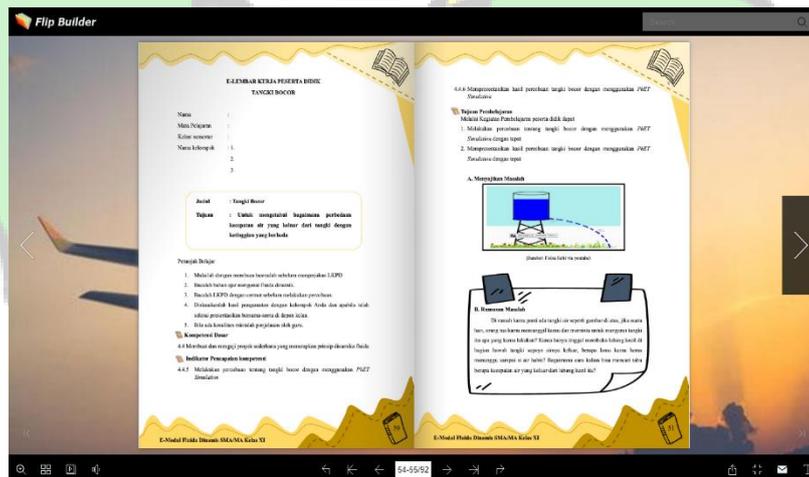
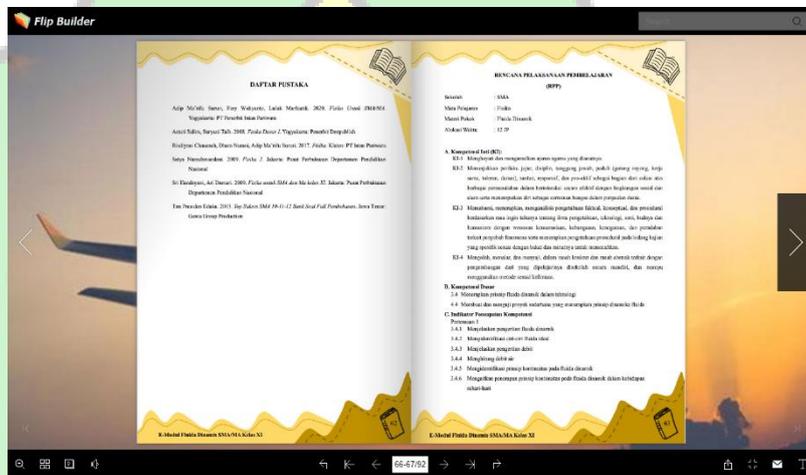
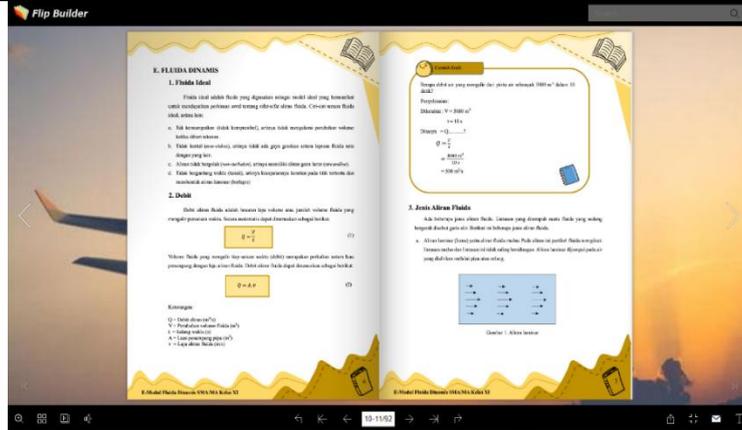
Petunjuk Penggunaan E-modul



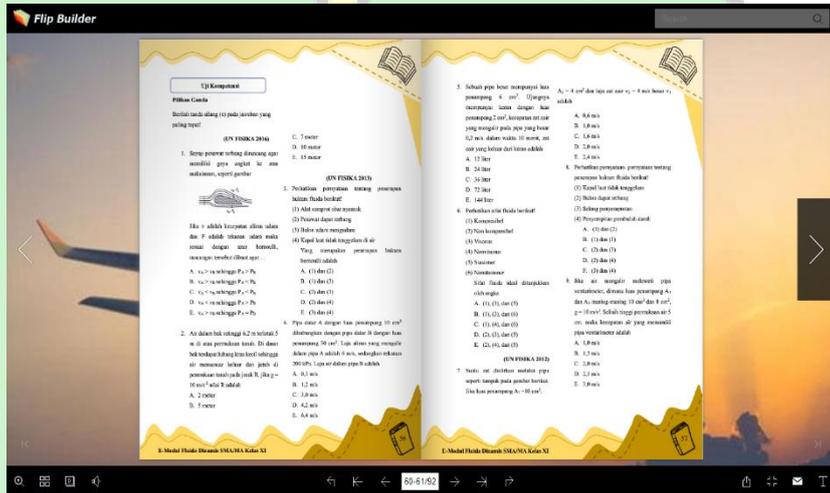
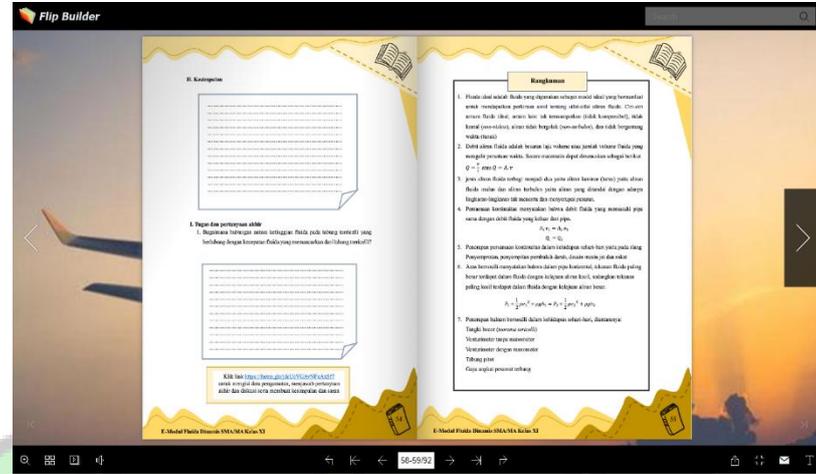
Petunjuk Penggunaan PhET Simulation



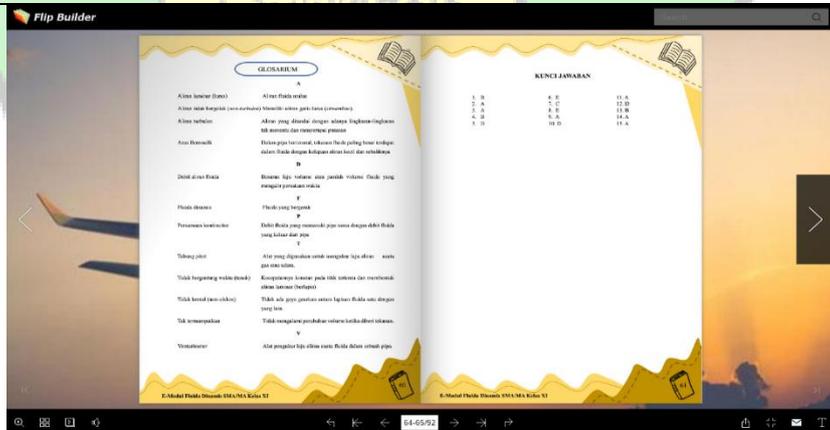
Materi,
RPP dan
LKPD

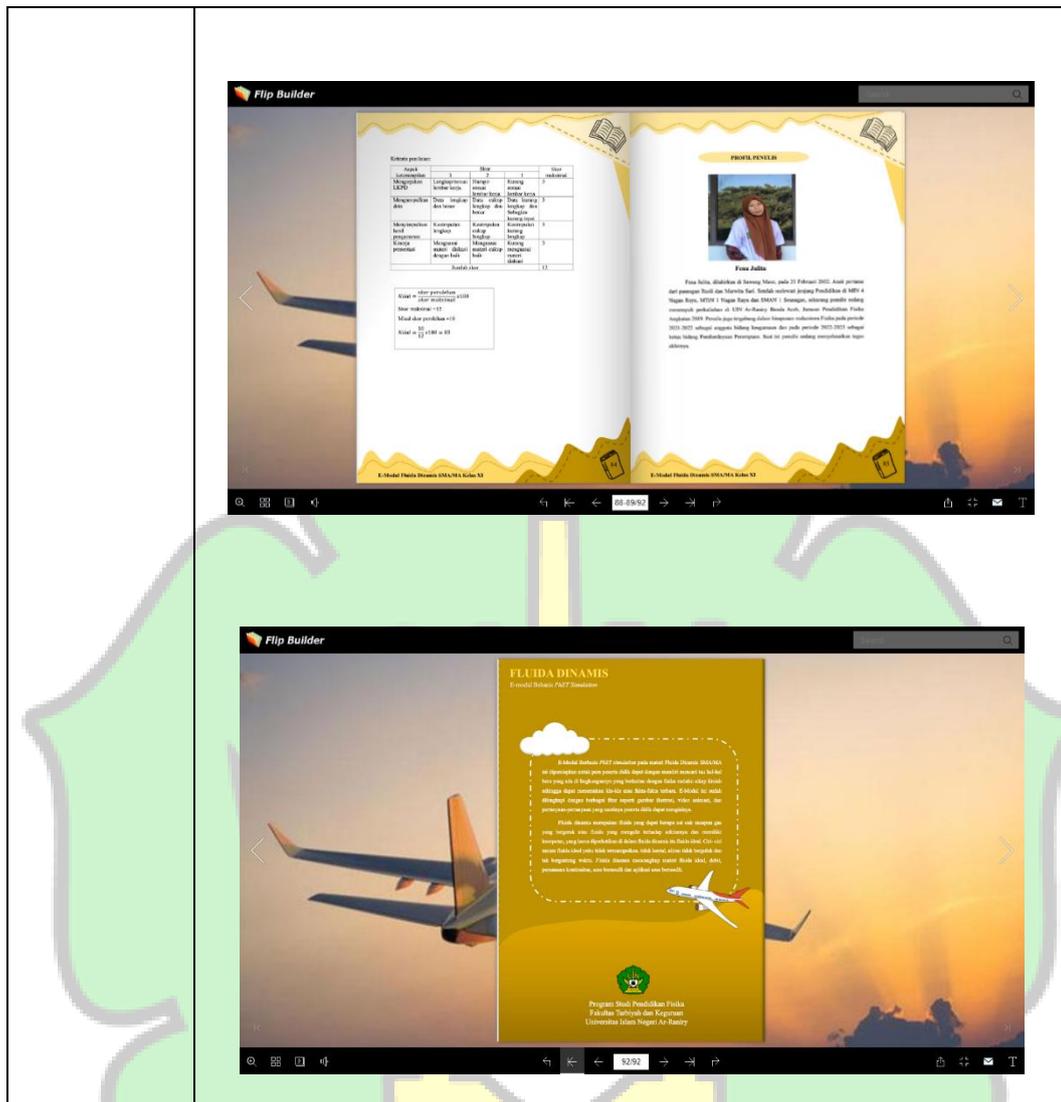


Rangkuman dan uji kompetensi



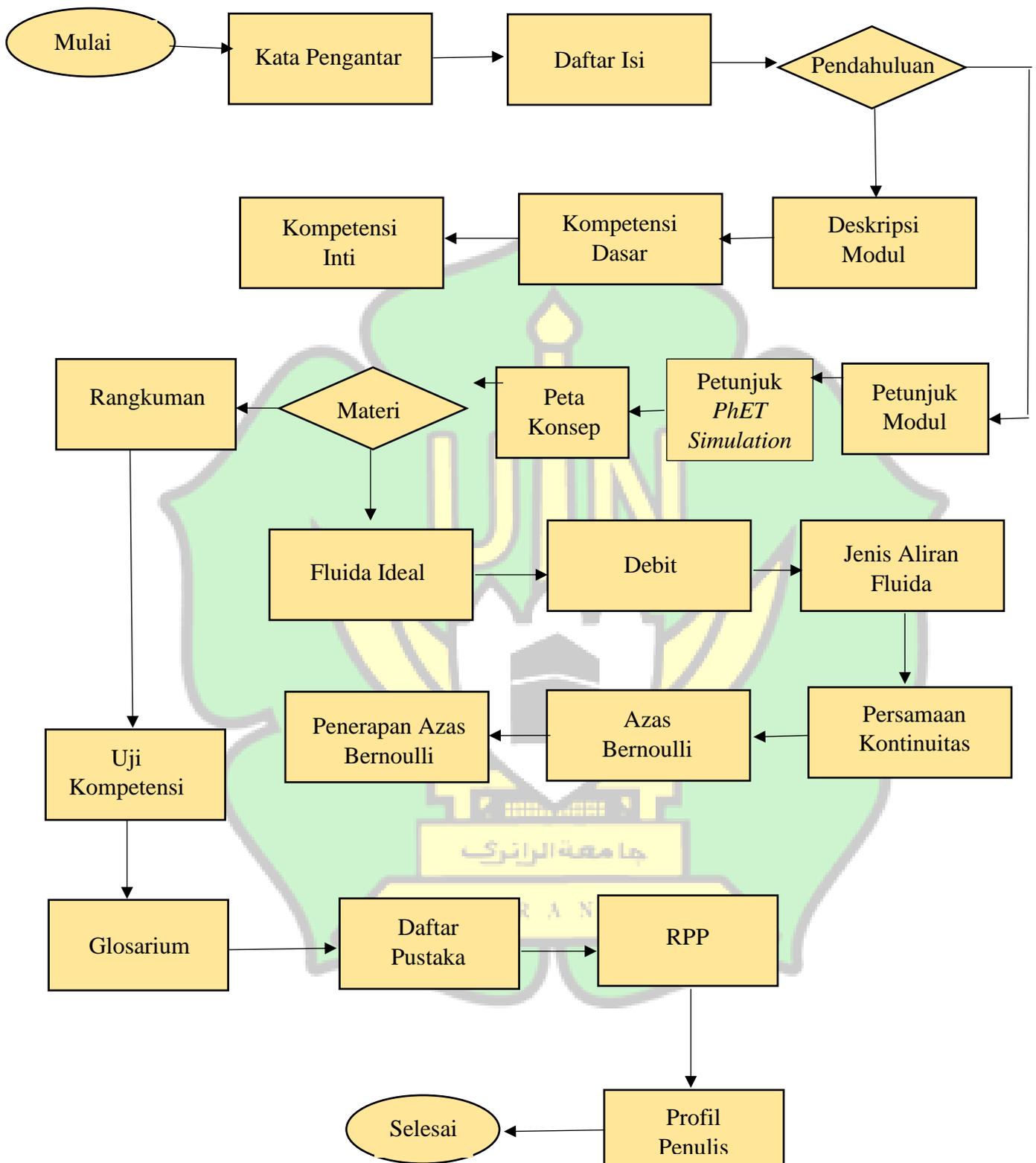
Glosarium, profil penulis dan cover belakang





3) Membuat *Flowchart* dan *storyboard* (*Create flowcharts and storyboards*)

Flowchart adalah sebuah bagian atau diagram yang menunjukkan bagaimana program berjalan atau mengalir yang terdapat dalam E-modul berbasis *PhET Simulation* atau alat yang dapat digunakan untuk menganalisa komponen dan urutan program, dan untuk mengkomunikasikan informasi. *Flowchart* yang terdapat dalam E-modul berbasis *PhET Simulation* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Flowchart E-modul

4) Menentukan *software* yang akan digunakan

Setelah produk yang telah di desain kemudian penulis menentukan *Software* yang digunakan dalam proses pembuatan E-modul Berbasis *Phet Simulation* yaitu dengan menggunakan Flip PDF Professional.

5) Validasi instrument ahli media dan ahli materi.

Instrument penelitian yang dirancang untuk pengembangan produk berupa angket validasi ahli materi dan ahli media yang digunakan untuk mengukur kualitas E-modul Berbasis *PhET Simulation*. Validasi instrument ahli media dan ahli materi dilakukan untuk mengetahui valid atau tidak instrument validasi digunakan untuk menguji kelayakan E-modul Berbasis *PhET Simulation*.

c. *Development*

Pada tahap *development* yaitu dimana penulis mengembangkan produk berupa E-modul dengan 3 tahapan yaitu :

1) Pembuatan modul PDF

Pada tahap ini dilakukan pengembangan adalah proses pembuatan modul Berbasis *PhET Simulation* yang awalnya dalam bentuk word kemudian di ubah kedalam bentuk PDF.

2) Pembuatan E-modul menggunakan Flip PDF Professional

Pada tahap ini dilakukan pembuatan E-modul Berbasis *Phet Simulation* yang awalnya dalam bentuk PDF kemudian diunggah pada *Flip*

PDF Propesional yang kemudian menghasilkan sebuah produk berupa E-modul yang telah dikembangkan sesuai rancangan yang telah disiapkan peneliti.

3) Uji kelayakan

Pada tahap ketiga yaitu diuji kelayakan oleh 3 ahli materi dan 3 ahli media terhadap E-modul yang telah dikembangkan dengan memberi kritikan dan saran agar peneliti dapat merevisi E-modul tersebut berdasarkan masukan yang telah diberikan oleh ahli supaya dapat mengetahui apakah E-modul tersebut layak digunakan atau tidak.

2. Kelayakan E-modul Berbasis *PhET Simulation*

Kelayakan produk E-modul Berbasis *PhET Simulation* yang telah dirancang dan dikembangkan selanjutnya ditentukan berdasarkan hasil uji kelayakan oleh 3 orang validator ahli materi dan 3 orang validator ahli media. Hasil penilaian dari validator dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Hasil Validasi oleh Ahli Materi

Aspek Penilaian	Kriteria Penilaian	Validator			Skor Total	Σper Aspek	Rata-rata	Presentase kelayakan	Kriteria
		1	2	3					
a. Kelayakan isi/materi	1	3	3	4	10	115	3,48	87%	Layak dengan predikat sangat bagus
	2	3	3	4	10				
	3	3	3	3	9				
	4	4	4	4	12				
	5	3	4	4	11				
	6	3	3	4	10				
	7	3	4	4	11				
	8	4	3	3	10				

	9	4	4	4	12				
	10	4	3	3	10				
	11	3	3	4	10				
b. Kelayakan Penyajian	1	3	3	4	10	155	3,69	92,25%	Layak dengan predikat sangat bagus
	2	3	4	4	11				
	3	3	3	4	10				
	4	3	4	3	10				
	5	4	3	4	11				
	6	4	4	4	12				
	7	4	4	3	11				
	8	4	4	4	12				
	9	3	4	4	11				
	10	3	3	4	10				
	11	4	3	4	11				
	12	4	4	4	12				
	13	4	4	4	12				
	14	4	4	4	12				
c. Kebahasaan	1	3	3	4	10	72	3,42	85,5%	Layak dengan predikat sangat bagus
	2	3	3	4	10				
	3	4	3	4	11				
	4	4	3	4	11				
	5	4	4	3	11				
	6	3	3	3	9				
	7	3	3	4	10				
Jumlah Rata-rata Seluruh Skor						342	3,53	88,25%	Layak dengan predikat sangat bagus

Keterangan:

Validator 1 : Muhammad Nasir, M.Si

Validator 2 : Zahriah, M.Pd.

Validator 3 : Drs. Soewarno. S., M.Si.

Berikutnya dilampirkan hasil validasi oleh ahli media, dapat dilihat pada

Tabel 4.3 Berikut:

Tabel 4.3 Data Hasil Validasi oleh Ahli Media

Aspek	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Validator			Skor total	Σper indikator	Rata-rata	Presentase	Kelayakan
			1	2	3					
Tampilan	a. Desain <i>Layout</i> /Tata Letak	1. <i>background</i> yang disajikan tepat sesuai dengan materi	4	4	4	12	174	3,86	96,5%	Layak dengan predikat sangat bagus
		2. Ketepatan proporsi layout	4	4	4	12				
	b. Teks/tipografi	3. Pemilihan font yang disajikan sesuai agar mudah dibaca	4	3	4	11				
		4. Ukuran huruf yang disajikan tepat dan sesuai agar mudah dibaca	4	3	4	11				
		5. Warna teks yang disajikan tepat dan sesuai agar mudah	3	4	4	11				

		dibaca							
c. Image	6.	Komposisi gambar yang disajikan sesuai	4	4	4	12			
	7.	Ukuran gambar yang disajikan tepat dan sesuai	3	4	4	11			
	8.	Tampilan gambar yang disajikan berkualitas baik	3	4	4	11			
d. Animasi	9.	Animasi yang disajikan sesuai dengan materi	4	4	4	12			
	10.	Animasi yang disajikan menarik	4	4	4	12			
e. Video	11.	Ketetapan pilihan video yang disajikan sesuai dengan materi	4	4	4	12			
	12.	Video yang disajikan berkualitas baik	4	4	4	12			
	13.	Video percobaan <i>PhET simulators</i> yang disajikan	4	4	4	12			

		sesuai dengan percobaan											
	f. Kemasan	14. Kover depan yang disajikan sesuai dan menarik	3	4	4	11							
		15. Tampilan yang disajikan sesuai dengan isi	4	4	4	12							
Pemograman	g. Penggunaan	16. Kesesuaian dengan pengguna	4	4	4	12							
		17. Fleksibilitas (dapat digunakan mandiri dan terbimbing)	4	4	4	12							
		18. Petunjuk penggunaan E-modul yang disajikan lengkap	4	4	4	12							
		19. Tampilan petunjuk penggunaan E-modul yang disajikan menarik	3	4	4	11	95	3,95	98,75%				
		20. Petunjuk penggunaan <i>PhET simulation</i> yang disajikan lengkap	4	4	4	12							
		21. Tampilan petunjuk penggunaan	4	4	4	12							
													Layak dengan predikat sangat bagus

		<i>PhET simulation</i> yang disajikan menarik								
	h. Navigasi dan <i>interactive link</i>	22. Penggunaan tombol navigasi tepat dan sesuai	4	4	4	12				
		23. Ketepatan kinerja <i>interactive link</i>	4	4	4	12				
Jumlah Rata-rata Seluruh Skor							269	3,9	97,62%	Layak dengan predikat sangat bagus

Keterangan:

Validator 1 : Nurrisqa, S.Pd., M.T.

Validator 2 : Nurrisma, S.Pd.,M.T.

Validator 3 : Raihan Islamadina, S.T., M.T.

Dari tabel diatas yaitu Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 dapat dilihat hasil hasil persentase keseluruhan kelayakan E-modul Berbasis *PhET Simulation* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Data Persentase Validator

No	Validator	Presentase	Kriteria
1	Ahli materi	88,25%	Layak dengan predikat sangat bagus
2	Ahli media	97,62%	Layak dengan predikat sangat bagus
Skor rata-rata total		92,93%	Layak dengan predikat sangat bagus

Dari Tabel 4.4 Dapat dilihat bahwa pengembangan E-modul berbasis *PhET Simulation* layak digunakan dengan predikat sangat bagus dengan persentase kelayakan sebesar 92,93%, namun E-modul ini akan terus ditingkatkan sesuai dengan saran dan kritikan yang telah diberikan validator.

Berdasarkan dari lembar validasi E-modul oleh ahli materi, mendapatkan saran untuk perbaikan dan masukan demi mendapatkan E-modul yang baik dan menarik, dan dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Berikut ini adalah beberapa masukan dan saran oleh para validator pada pengembangan ini:

Tabel 4.5 Saran Perbaiki dari Validator Ahli Materi.

Validator	Saran Perbaikan	Hasil Perbaikan
Ahli materi	Pada cover bagian depan E-modul harus diperbaiki covernya.	cover depan yang diperbaiki dengan mengubah font tulisan.
		

Pada penurunan rumus harus dijabarkan atau diturunkan



Gambar 10: venturimeter tanpa manometer

Sumber: Buku fisika dasar 1

Laju fluida yang mengalir dalam venturimeter dihitung dengan persamaan berikut:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}} \quad (18)$$

Keterangan:

v_1 = laju fluida pada penampang besar (m/s)

h = selisih ketinggian fluida (m)

A_1 = Luas penampang besar (m²)

A_2 = Luas penampang kecil (m²)

E-modul diperbaiki dengan menjabarkan atau menurunkan rumus-rumus

2. Pipa Venturimeter

Venturimeter merupakan alat pengukur laju aliran suatu fluida dalam sebuah pipa. Venturimeter terbagi menjadi venturimeter tanpa manometer dan venturimeter dengan manometer.

a. Venturimeter tanpa manometer

Gambar 10: venturimeter tanpa manometer
(Sumber: Buku fisika dasar 1)

Pada gambar venturimeter terdapat pipa horizontal yang memiliki luas penampang berbeda luas penampang pertama A_1 dan luas penampang kedua A_2 . Pada pipa horizontal ditiadakan fluida yang memiliki besar laju pada penampang pertama v_1 dan besar laju pada penampang kedua v_2 . Pada masing-masing penampang pipa pertama dan penampang pipa kedua terdapat pipa vertikal yang juga akan terisi oleh fluida karena ditiadakan pada pipa horizontal seperti pada gambar dengan ketinggian fluida yang berbeda, hal ini disebabkan bahwa besar tekanan pada penampang pipa pertama dan pipa kedua berbeda. Pada penampang pipa vertikal pertama ketinggian fluida yang masuk akan lebih tinggi hal ini disebabkan bahwa besar tekanan pada penampang pertama lebih besar $P_1 > P_2$.

Meskipun laju aliran fluida pada pipa, pertama kita gunakan persamaan Bernoulli sebagai berikut:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad 18$$

E-Modul Fisika Dasar: SMA/MA Kelas XI

Karena penampang pertama dan penampang kedua memiliki ketinggian yang sama maka persamaan Bernoulli bisa dirubah menjadi:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) \quad 19$$

Kemudian kita gunakan persamaan kontinuitas di bawah ini untuk mensubstitusi besar laju fluida pada penampang kedua

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right) v_1 \quad 20$$

Setelah disubstitusi oleh persamaan kontinuitas persamaan Bernoulli akan menjadi:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left(\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 v_1^2 - v_1^2\right) \quad 21$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left(\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1\right)$$

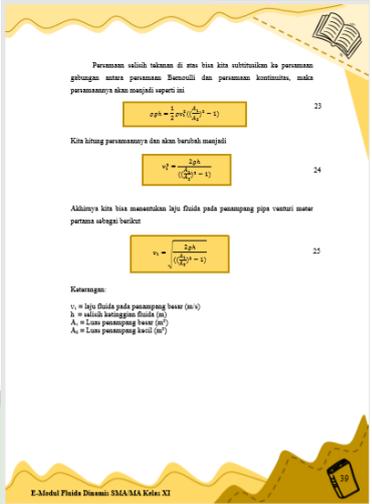
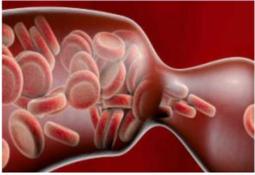
Kemudian kita harus menentukan selisih tekanan antara pipa horizontal penampang pertama dan penampang kedua. Untuk menentukan besar tekanan pada pipa pertama bisa menggunakan rumus tekanan hidrostatik dengan melihat ketinggian fluida yang mengisi pada pipa vertikal pada masing-masing pipa pertama dan pipa kedua sebagai berikut:

$$P_1 = \rho gh + p_{pp}$$

$$P_2 = p_{pp}$$

$$P_1 - P_2 = \rho gh \quad 22$$

E-Modul Fisika Dasar: SMA/MA Kelas XI

		 <p>Permanen salah satunya di era kita kita dituntut ke permanen gigitan antar pamanam Bernoulli dan pamanam kontinuitas, maka permanennya akan menjadi seperti ini</p> $v_1 v_2 = \frac{1}{2} v_1^2 \left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right) \quad 23$ <p>Kita hitung permanennya dan akan berubah menjadi</p> $v_2 = \frac{2v_1}{\left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right)} \quad 24$ <p>Akhirnya kita bisa menentukan laju fluida pada penampang pipa venturi meter permanen sebagai berikut:</p> $v_1 = \frac{2v_2}{\left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right)} \quad 25$ <p>Keterangan: v_1 = laju fluida pada penampang besar (m/s) v_2 = laju fluida pada penampang kecil (m/s) A_1 = Luas penampang besar (m^2) A_2 = Luas penampang kecil (m^2)</p> <p>E-Modul Fisika Dimensi: SMA/MA Kelas XI</p>
	<p>Penulisan sumber gambar masih kurang tepat, jadi perlu diperbaiki lagi supaya penulisannya menjadi lebih baik.</p>  <p>Gambar 5. Penyempitan Pembuluh Darah (Sumber: https://youtube/7TrxaFO_VMQ)</p>	<p>E-modul diperbaiki dengan memperbaiki penulisan sumber gambar.</p>  <p>Gambar 5. Penyempitan Pembuluh Darah (Sumber: Pura-pura tau fisika via youtube)</p>

Selanjutnya berdasarkan hasil validasi E-modul oleh ahli media, mendapatkan saran untuk perbaikan dan masukan demi mendapatkan E-modul yang baik dan menarik, yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Berikut ini adalah beberapa masukan dan saran oleh para validator pada pengembangan ini:

Tabel 4.6 Saran Perbaiki dari Validator Ahli Media.

<p>memperbaiki tentang penulisan beberapa kata huruf besar ditengah kalimat.</p> <p>Keterangan :</p> <p>Q_1 = debit Ketika masuk (m^3/s) Q_2 = debit Ketika keluar (m^3/s) A_1 = Luas penampang 1 (m^2) A_2 = Luas penampang 2 (m^2) v_1 = kecepatan fluida Ketika masuk (m/s) v_2 = kecepatan fluida Ketika keluar (m/s)</p>	<p>E-modul diperbaiki mengenai penulisan beberapa kata huruf besar ditengah kalimat.</p> <p>Keterangan:</p> <p>Q_1 = Debit ketika masuk (m^3/s) Q_2 = Debit ketika keluar (m^3/s) A_1 = Luas penampang pipa 1 (m^2) A_2 = Luas penampang pipa 2 (m^2) v_1 = kecepatan fluida ketika masuk (m/s) v_2 = kecepatan fluida ketika keluar (m/s)</p>
--	---

B. Pembahasan

1. Desain E-modul Berbasis *PhET Simulation*

Pengembangan E-modul berbasis *PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis di SMA/MA, dikembangkan dengan model Allesi dan Trolip, yang terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap perencanaan (*planning*), perancangan (*design*) dan tahap pengembangan (*development*). Dari tahapan-tahapan tersebut menghasilkan sebuah produk final berupa E-modul berbasis *PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis.

a. Tahap *Planning* (Perencanaan)

1) Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui masalah dalam pembelajaran Fisika yang ada di lapangan sehingga dibutuhkan pengembangan E-modul Berbasis *PhET Simulation*. Analisis dilakukan dengan cara mengamati proses pembelajaran yang berlangsung. Berdasarkan hasil observasi yang telah peneliti dapatkan sehingga

memperoleh data bahwa pada saat proses pembelajaran belum dimanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi dalam pembelajaran sebagaimana yang ingin diterapkan pada Pendidikan yang berkembang saat ini, selain itu minat belajar peserta didik masih sangat rendah hal ini disebabkan karena pembelajaran fisika kurang disukai oleh peserta didik, kurangnya bahan ajar dalam proses pembelajaran, fasilitas laboratorium kurang memadai sehingga menjadi hambatan bagi peserta didik untuk melakukan praktikum dan waktu yang terbatas juga menjadi salah satu alasan tidak menggunakan media pembelajaran yang berbasis teknologi.

2) Menentukan materi, KD dan IPK

Analisis kesulitan materi dilakukan untuk mengetahui masalah dalam pembelajaran fisika yang ada di lapangan sehingga dibutuhkan pengembangan materi fluida dinamis. Analisis kesulitan materi dilakukan dengan cara membagikan angket kepada peserta didik. Angket yang dibagikan memuat 5 materi pembelajaran pada kelas XI untuk mengetahui tingkat kesulitan materi yang sulit dipelajari oleh peserta didik. Berdasarkan analisis hasil kesulitan materi diketahui bahwa materi yang dianggap sulit oleh siswa yaitu materi fluida dinamis dikarenakan masih banyak siswa yang kurang memahami materi tersebut.

3) Identifikasi sumber daya pendukung

Identifikasi sumber daya pendukung dan mengumpulkan referensi. Pada tahap ini penulis mengumpulkan sumber yang akan di muat dalam E-

Modul berbasis *PhET Simulation* adalah empat buku SMA/MA, dua buku fisika dasar untuk mendapatkan materi yang lengkap, video yang dipilih dari youtube sesuai dengan materi yang terdapat di dalam E-modul sehingga menjadi lebih mudah bagi peserta didik dalam memahami materi, serta RPP dan LKPD yang terdapat di dalam E-Modul berbasis *PhET Simulation* dinilai terlebih dahulu oleh dosen ahli bidangnya.

b. *Design* (Perancangan)

1) Mengembangkan konsep

Mengembangkan konsep yaitu tahapan dimana menulis mengembangkan konsep dilakukan dengan cara menyatukan komponen-komponen yang dimuat didalam E-modul terdiri atas: materi pembelajaran berdasarkan kompetensi Dasar (KD) 3.4, kemudian video yang dipilih sesuai dengan materi, gambar, uji kompetensi, glosarium, LKPD, RPP, dan lain sebagainya. Komponen-komponen ini kemudian digunakan sebagai bahan dalam pembuatan E-modul.

2) Menentukan desain tampilan modul

E-modul *Berbasis PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis di SMA/MA di desain dengan menggunakan *Microsoft Word* dimulai dari *cover* bagian depan, bagian isi hingga *cover* bagian belakang. Pemilihan format warna yang beragam juga sesuai dengan warna base yaitu warna kuning. Pemilihan warna pada bagian isi yang

beragam sehingga menarik perhatian siswa yaitu dengan memadukan warna kuning, krem, coklat. Pada bagian atas isi dalam modul tertulis judul modul untuk setiap lembarnya.

3) Membuat *flowchart*

Flowchart adalah sebuah bagian yang menunjukkan bagaimana program berjalan atau mengalir yang terdapat dalam E-modul berbasis *PhET Simulation* atau alat yang dapat digunakan untuk menganalisa komponen dan urutan program, dan untuk mengkomunikasikan informasi dengan adanya *flowchart* dapat memudahkan siswa dalam melihat urutan isi yang terdapat dalam E-modul.

4) Menentukan *software* yang akan digunakan

Software yang digunakan dalam proses pembuatan E-modul Berbasis *Phet Simulation* sangat berperan penting karena digunakan dalam pengembangan produk yaitu dengan menggunakan *Flip PDF Professional*.

5) Validasi instrument ahli media dan ahli materi.

Instrument penelitian yang dirancang untuk pengembangan produk berupa angket validasi ahli materi dan ahli media yang digunakan untuk mengukur kualitas E-modul Berbasis *PhET Simulation*. Validasi instrument ahli media dan ahli materi dilakukan untuk mengetahui valid atau tidak instrument validasi digunakan

untuk menguji kelayakan E-modul Berbasis *PhET Simulation*. Dalam penelitian ini validasi instrumen diperiksa dengan cara meminta pendapat para ahli. Instrumen validasi kemudian diperiksa dan diberi masukan dan saran supaya instrumen yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhannya.

c. *Development* (Pengembangan)

1) Pembuatan modul PDF

Pada tahap ini dilakukan pengembangan adalah proses pembuatan modul Berbasis *PhET Simulation* yang telah di desain dan dikembangkan yang awalnya dalam bentuk word kemudian di ubah kedalam bentuk PDF agar mudah untuk diunggah dalam software yang telah ditentukan.

2) Pembuatan E-modul menggunakan *Flip PDF Professional*

Pada tahap ini dilakukan pembuatan E-modul Berbasis *PhET Simulation* yang awalnya dalam bentuk PDF selanjutnya membuka aplikasi *Flip PDF Professional* lalu memasukkan file PDF E-modul berbasis *PhET Simulation* pada materi Fluida Dinamis dan video yang telah di siapkan sebelumnya pada menu *edit pages* yang kemudian di publist secara online sehingga menghasilkan sebuah produk berupa E-modul yang telah dikembangkan sesuai rancangan yang telah disiapkan peneliti.

3) Uji kelayakan

Pada tahap ketiga yaitu diuji kelayakan oleh 3 ahli materi dan 3 ahli media terhadap E-modul yang telah dikembangkan dengan memberi kritikan dan saran agar peneliti dapat merevisi E-modul tersebut berdasarkan masukan yang telah diberikan oleh ahli supaya dapat mengetahui apakah E-modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis tersebut layak digunakan atau tidak sebelum produk diuji cobakan.

2. Kelayakan E-Modul Berbasis *PhET Simulation*

Penilaian terhadap kelayakan E-modul Berbasis *PhET Simulation* dilakukan oleh 6 orang dosen UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Data hasil penilaian berupa skor yang kemudian dikonversikan menjadi 4 kategori yaitu Sangat Layak, Layak, Cukup Layak dan Kurang Layak. Skor yang diperoleh kemudian di olah menjadi presentase untuk kriteria kelayakan.

a. Kelayakan E-modul Berbasis *PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis oleh Ahli Materi

Kelayakan materi yang terdapat dalam E-modul berbasis *PhET Simulation* dinilai oleh tiga orang ahli materi yang terdiri atas, Bapak Muhammad Nasir, M.Si, ibu Zahriah, M.P.d dan bapak Drs. Soewarno. S., M.Si. yang masing-masing dari ketiga ahli materi tersebut merupakan seorang dosen dari prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Para ahli memberikan penilaian sesuai dengan butir-butir penilaian yang dilampirkan pada lembar validasi, hasil dari data

tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 Dari tabel tersebut diperoleh hasil bahwa E-modul berbasis *PhET Simulation* yang dikembangkan dari aspek penilaian kelayakan isi/materi, aspek kelayakan penyajian, dan aspek kelayakan kebahasaan, dapat dilihat persentase kelayakan pada gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4.2 Grafik Hasil Validasi Ahli Materi

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi tentang pengembangan E-modul Berbasis *PhET Simulation* pada materi Fluida Dinamis secara keseluruhan memperoleh skor 88,25% dengan kriteria layak dengan predikat sangat bagus. Berdasarkan penilaian validator ahli materi pada aspek kelayakan isi memperoleh skor 87%. Dengan demikian, aspek ini terdiri dari sebelas point yaitu, kelengkapan materi, keluasan materi, kedalaman materi, kesesuaian dengan indikator keakuratan konsep, keakuratan data, gambar yang disajikan dalam kehidupan sehari-hari, menggunakan contoh yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari, materi yang disajikan mendorong rasa ingin tahu dan tugas yang disajikan mendorong rasa ingin tahu.

Aspek yang kedua yaitu kelayakan penyajian memperoleh skor 92,25% dan aspek yang ketiga yaitu aspek kelayakan kebahasaan dapat dilihat bahwa presentase aspek kelayakan kebahasaan sangat rendah yaitu dengan skor 85,50% hal ini dikarenakan pada E-modul masih banyak kesalahan penulisan seperti typo dan ada beberapa kata huruf besar ditengah kalimat.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Melva Oktaviana, Desy Hanisa Putri, dan Eko Risdianto dengan judul “Pengembangan Modul Elektronik berbantuan simulasi *PhET* pada pokok bahasan gerak harmonik sederhana di SMA”. Hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan Modul Elektronik berbasis *PhET* untuk siswa SMA sudah valid dengan aspek materi memperoleh skor 92,30%, aspek media memperoleh skor 91.70% dan aspek media memperoleh skor 94.20 %.³⁵

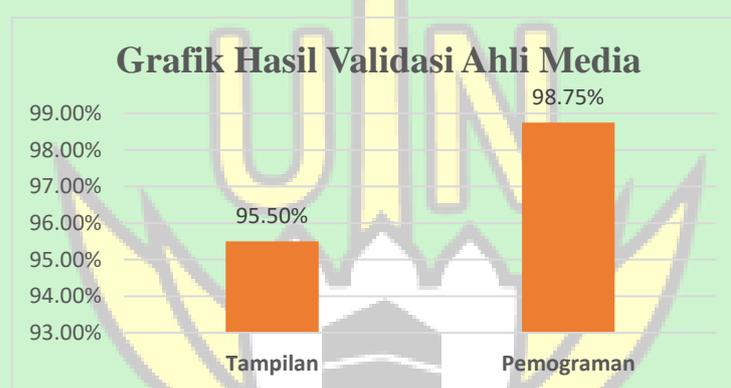
Dengan demikian, penilaian ahli materi terhadap kelayakan E-modul yang dikembangkan menunjukkan bahwa E-modul layak digunakan. E-modul dikatakan layak apabila semua item pada unsur yang dinilai sesuai meskipun ada kekurangan dan perlu adanya perbaikan, namun E-modul tetap layak digunakan.

- b. Kelayakan E-modul Berbasis *PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis oleh Ahli Media

Kelayakan media yang terdapat pada E-modul berbasis *PhET Simulation* dinilai oleh tiga orang ahli media terdiri atas, Ibu Nurrisqa, S.Pd., M.T., Ibu

³⁵ Melva Oktaviana, Desy Hanisa Putri, dan Eko Risdianto. Pengembangan Modul elektronika berbantuan simulasi PhET Pada pokok bahasan gerak harmonik sederhana di SMA. *Jurnal Kumparan Fisika*. Vol. 3, No. 2. 2020. h. 131-140.

Nurrisma, S.Pd.,M.T. dan Ibu Raihan Islamadina, S.T., M.T yang masing-masing dari ketiga ahli media tersebut merupakan dosen dari Prodi Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Para ahli memberikan penilaian sesuai dengan butir-butir penilaian yang dilampirkan pada lembar validasi, hasil dari data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3 dari Tabel tersebut diperoleh hasil bahwa E-modul berbasis *PhET Simulation* yang dikembangkan dari aspek penilaian kelayakan tampilan dan aspek kelayakan pemrograman, dapat dilihat persentase kelayakan pada gambar 4.3 berikut ini:



Gambar 4.3 Grafik Hasil Validasi Ahli Media

Berdasarkan grafik diatas diperoleh hasil bahwa E-modul berbasis *PhET Simulation* yang telah dikembangkan layak digunakan dengan predikat sangat bagus. Dapat dilihat dari aspek kelayakan tampilan memperoleh skor 96,5%. Dengan demikian, aspek tampilan sudah sesuai dan desain tampilan yang digunakan dapat menarik minat peserta didik dalam pembelajaran. Selanjutnya aspek kelayakan pemrograman memperoleh skor 98,75% dengan jumlah total persentase 97,62% diperoleh hasil persentase layak digunakan dengan predikat sangat bagus. Dengan penilaian yang telah diberikan oleh validator ahli media dan

ahli materi membuktikan bahwa E-modul ini layak digunakan oleh peserta didik dalam proses pembelajaran jenjang SMA/MA.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Regina Vania Lamacitra, dengan judul penelitian “Pengembangan Modul Elektronik Praktikum Virtual dengan Simulasi PhET pada Materi Getaran Harmonis”. Hasil penelitian ini adalah produk awal yang telah dikembangkan penulis telah divalidasi oleh tiga orang validator dan memperoleh hasil rata-rata 4,33. Skor rata-rata memenuhi kriteria “sangat baik”. Produk yang dikembangkan juga telah melewati uji coba kelompok terhadap 5 peserta didik SMA jurusan MIPA. Hasil uji coba kelompok tersebut, peserta didik membutuhkan waktu 1 jam-3 jam untuk melakukan praktikum dan membuat laporan.³⁶ Hasil penilaian ahli media terhadap kelayakan E-modul yang dikembangkan menunjukkan bahwa E-modul berbasis PhET Simulation layak digunakan dengan predikat sangat bagus meskipun masih ada kekurangan dan perbaikan namun tetap dapat digunakan.

Jika dirinci, maka E-modul yang dikembangkan oleh peneliti memiliki kelebihan yaitu:

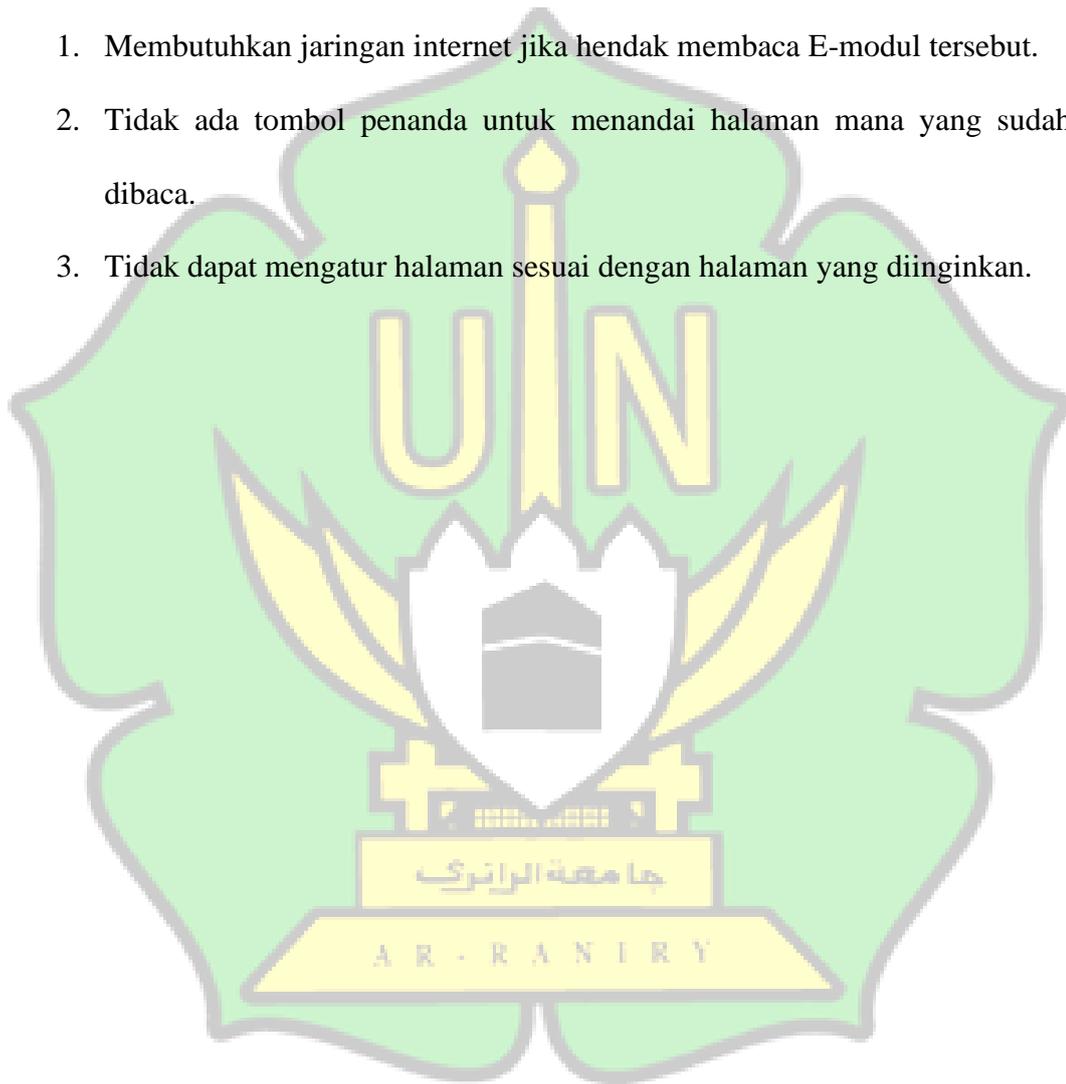
1. E-modul dapat digunakan melalui smartphone, laptop, notebook dan juga computer
2. Link yang terdapat pada E-modul dapat langsung diakses tanpa memerlukan langkah copy paste terlebih dahulu

³⁶ Regina Vania Lamacitra. Pengembangan Modul Elektronik Praktikum Virtual dengan Simulasi PhET pada Materi Getaran Harmonis. *Skripsi*. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta. 2022.

3. Proses pemutaran video langsung di dalam E-modul tanpa harus memuat aplikasi lain.
4. Mudah dibaca dan dicermati dengan detail karena dapat di-zoom

Adapun kekurangan dari E-modul yang dikembangkan oleh peneliti yaitu:

1. Membutuhkan jaringan internet jika hendak membaca E-modul tersebut.
2. Tidak ada tombol penanda untuk menandai halaman mana yang sudah dibaca.
3. Tidak dapat mengatur halaman sesuai dengan halaman yang diinginkan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Desain E-modul Berbasis *PhET Simulation* pada materi Fluida Dinamis di SMA/MA diselesaikan melalui tiga tahapan diantaranya: tahap perencanaan (*Planning*), tahap perancangan (*Design*) dan tahap pengembangan (*Development*) yang kemudian menghasilkan sebuah produk berupa E-modul berbasis *PhET Simulation* dimana didalam E-modul ini terdapat materi dan simulasi yang dapat digunakan sebagai praktikum virtual dalam proses pembelajaran.
2. Kelayakan E-modul berbasis *PhET Simulation* pada materi Fluida Dinamis di SMA/MA dapat dilihat dari hasil validasi oleh ahli materi dengan aspek kelayakan isi 87%, aspek kelayakan penyajian 92,25% dan aspek kelayakan kebahasaan 85,50%, dengan jumlah total persentase diperoleh hasil persentase sebesar 88,25%. Dan validasi ahli media dengan aspek kelayakan tampilan 96,5% dan aspek kelayakan pemograman 98,75% dengan jumlah total persentase 97,62%. Kategori yang dihasilkan tergolong ke dalam kriteria layak digunakan dengan predikat sangat bagus.

B. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan dari pengembangan E-modul berbasis *PhET Simulation* pada materi Fluida Dinamis SMA/MA, peneliti mengemukakan beberapa saran diantaranya

1. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu solusi yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran terkhusus pada materi Fluida Dinamis
2. Peneliti berharap untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan E-modul berbasis *PhET Simulation* pada materi yang berbeda.
3. Penulis berharap untuk penelitian selanjutnya dapat melanjutkan penelitian ini sampai tahap pengimplementasian produk E-modul berbasis *PhET Simulation* pada materi Fluida Dinamis dalam proses pembelajaran di sekolah.

Pada penelitian pengembangan E-modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis ini peneliti mengalami kendala pada saat proses pembuatan e-modul yaitu:

1. Keterbatasan waktu dalam pembuatan E-Modul
2. Pada saat pengistalan aplikasi *Flip PDF Professional* mengalami kendala dikarenakan pada saat modul di publist terdapat watermark ditengah-tengah modul sehingga peneliti harus menginstal ulang aplikasi tersebut.
3. Pada saat mendesain modul mengalami kendala pada saat mendesain bagian isi agar terlihat menarik dengan cara memadukan warna yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini Diah Puspitasari. Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul cetak dan Modul elektronik pada siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol. 7 No. 1. 2019. h. 23
- Bambang Haryadi. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta. Pusat Departemen Pendidikan Nasional. h. 161-166.
- Baiq Azmi Sukroyanti. Pengembangan Modul Berbasis Discovery Learning Materi Momentum dan Implus. *Jurnal pembelajaran, dan pengajaran fisika*. Vol, 4, No. 1, 2021. h. 11.
- Eha Lestari, Lukman Nulhakim, dan Dwi Indah Suryani. Pengembangan E-Modul Berbasis Flip PDF Professional Tema Global Warning sebagai Sumber Belajar Mandiri siswa kelas VII. *PENDIPA Journal of science Education*. Vol. 6, No. 2, 2022. h. 340.
- Dewi Armitha Basri, Bunga Dara Amin, dan Ahmad Yani. Implementasi simulasi PhET (Physics Education Tecnology) dan KIT IPA terhadap keterampilan proses sains peserta didik SMA Negeri 6 Pinrang. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika* Jilid 15, No.3. 2019. h. 31-42.
- Elfita Rahmi, Nurdin Ibrahim, dan Dwi Kusumawardani. Pengembangan Modul Online sistem belajar terbuka dan jarak jauh untuk meningkatkan kualitas pembelajaran pada program studi teknologi Pendidikan. *Jurnal Visipena*. Vol. 12. No.1, 2021. h. 52.
- 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 2 Kota Bengkulu. *Jurnal Kumparan Fisika*. Vol. 1, No. 2. 2018. h. 45-52.
- Helena Mogi, Theresie Madang, Jimmy Lolowang. Pengembangan Modul praktikum Efek Fotolistrik berbasis virtual Laboratory dengan Model Discovery Learning. *Jurnal Pendidikan Fisika Charm Sains*. Vo. 2, No. 2, 2021. h. 69-74.
- Melva Oktaviana, Desy Hanisa Putri, dan Eko Risdianto. Pengembangan Modul elektronika berbantuan simulasi PhET Pada pokok bahasan gerak harmonic sederhana di SMA. *Jurnal Kumparan Fisika*. Vol. 3, No. 2. 2020. h. 131-140.
- Mutia Nanda Sari, Muhammad Daud, dan Faradhillah. Pengembangan E-Modul Fluida untuk Pemahaman konsep Siswa menggunakan Aplikasi Flip Pdf Professional. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. Vol 8, No. 1. 2022. h. 36.

- Purwanto, Aristo Rahadi dan Suharto. 2007. *Pengembangan Modul*. Jakarta. Seri Teknologi Pembelajaran. h. 9-13
- Rai Sujanem, Nyoman Putu Suwindra dan Iwan Suswandi. Efektifitas E-modul fisika berbasis Masalah Berbantuan Simulasi PhET dalam uji coba terbatas untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika UNDIKSHA*. Vol. 12, No. 2, 2022. h. 181.
- Regina Vania Lamacitra. Pengembangan Modul Elektronik Praktikum Virtual dengan Simulasi PhET pada Materi Getaran Harmonis. *Skripsi*. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta. 2022.
- Rizky Sriandi Firmansyah. Validitas Kepraktisan Modul Pembelajaran Human Machine Interface Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik Di SMK Negeri 3 Jombang. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*. Vol.9, No. 2. 2020. h. 395-403.
- 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. 3, No. 1, h. 181-185.
- Shinta Dewi Susanti, Muhammad Reyza Arief Taqwa, dan Sulur. Pengembangan E-Module Berbasis Diskovery Learning Berbantuan PhET pada Materi Teori Kinetik Gas untuk mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. Vol 6 No. 2. 2020. h. 228.
- Sri Handayani. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta. Pusat Departemen Pendidikan Nasional. h. 188
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung. Alfabeta
- Tim Penyusun. 2020. *Pedoman Penyusunan Modul Pendidikan dan Pelatihan*. Surabaya. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur. h. 4-6
- Tri Widodo. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta. Pusat Departemen Pendidikan Nasional. h. 65
- Yosi Wulandari dan Wachid E. Purwanto. Kelayakan Aspek dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama. *Jurnal Penelitian Bahasa dan Sastra Indonesia*. Vol.3, No.2, 2017. h. 162-172.
- Vepy Asyana dan Arini. Optimalisasi Penggunaan E-modul dan PhET Simulation sebagai virtual lab di masa pandemic covid-19. *Jurnal komunikasi Fisika Indonesia*. Vol. 17, No. 3. 2020. h. 160.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1: Surat Keputusan Dekan Tentang Pembimbing Skripsi



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telp/Fax. (0651)7551423/7553020 situs : www.tarbiyah.ar-raniry.ac.id

**SURAT KEPUTUSAN DEKAN FTK UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-13873/Un.08/FTK/KP.07.6/10/2022**

TENTANG :

**PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

DEKAN FTK UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang :** a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi dan ujian munaqasyah mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk Pembimbing skripsi tersebut yang dituangkan dalam Surat Keputusan Dekan;
- b. bahwa saudara yang tersebut namanya dalam Surat Keputusan ini dipandang cakap dan memenuhi syarat untuk diangkat sebagai Pembimbing Skripsi.
- 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 Pemerintah No. 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 IAIN Ar-Raniry Banda Aceh menjadi UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi & Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 21 Tahun 2015, 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 Departemen Agama Republik Indonesia;
10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/KMK.05/2011, tentang Penetapan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Intansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
11. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang Kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan :** Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Prodi Pendidikan Fisika Tanggal 12 Oktober 2022.

MEMUTUSKAN:

- Menetapkan :**
- PERTAMA :** Menunjuk Saudara:
1. Fitriyawany, M.Pd sebagai Pembimbing Pertama
2. Cut Rizki Mustika, M.Pd sebagai Pembimbing Kedua
- Untuk membimbing Skripsi :
- Nama : Fena Julita
- NIM : 190204009
- Prodi : Pendidikan Fisika
- Judul Skripsi : Pengembangan E-modul Berbasis PhET Simulation pada Materi Fluida Dinamis di SMA/MA
- KEDUA :** Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua diatas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2022;
- KETIGA :** Surat Keputusan ini berlaku sampai Akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2023/2024;
- KEEMPAT :** Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Pada Tanggal : 19 Oktober 2022

A.n. Rektor

Dekani

Safrul Muluk

Tembusan :

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Scanned by TapScanner

Lampiran 2: Lembar Validasi Ahli Materi
Lampiran 2a Validator 1

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI

Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA
 Penyusun : Fena Julita
 Pembimbing 1 : Fitriyawany, M.Pd
 Pembimbing 2 : Cut Rizki Mustika, M.Pd
 Instansi : Fakultas Tarbiyah dan Keguruan / Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya, Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA, maka melalui instrument ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberi penilaian, pendapat, saran dan koreksi terhadap E-Modul yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas E-Modul ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak E-Modul tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika pada materi Fluida Dinamis. Aspek penilaian E-Modul ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

جامعة الرازي

A R - R A N I R Y

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

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

Skor 4 : Sangat Layak

Skor 3 : Layak

Skor 2 : Kurang Layak

Skor 1 : Tidak Layak

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

INDETITAS VALIDATOR

Nama : Muhammad Nasir
 NIP : 19900112 2018 01 1001
 Instansi : UIN Ar-Raniry

A. LEMBAR PENILAIAN**1. ASPEK KELAYAKAN ISI**

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
a. Kelayakan Isi/Materi berdasarkan K-13	1. Kelengkapan materi			✓	
	2. Keluasan materi			✓	
	3. Kedalaman materi			✓	
	4. Kesesuaian dengan indikator				✓

A R - R A N I R Y

b. Keakuratan materi	5. Keakuratan konsep dan definisi			✓	
	6. Keakuratan data dan fakta			✓	
	7. Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi			✓	
c. Kemutakhiran materi	8. Gambar ilustrasi materi yang disajikan dalam kehidupan sehari-hari				✓
	9. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari (Kontektual)				✓
d. Mendorong keingintahuan	10. Materi yang disajikan dalam E-modul mendorong rasa ingin tahu				✓
	11. Tugas yang disajikan dalam E-modul mendorong rasa ingin tahu				✓

2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
a. Teknik Penyajian	1. Desain yang disajikan menarik			✓	
	2. Tampilan yang disajikan mudah untuk dipahami			✓	

	3. Kombinasi warna yang disajikan tidak mencolok dan menarik			✓	
	4. Komposisi yang disajikan sesuai dengan materi			✓	
	5. Ukuran E-modul yang disajikan Praktis				✓
	6. <i>PhET Simulation</i> yang disajikan dapat memudahkan dalam melakukan percobaan secara virtual				✓
	7. Unsur tata letak dikemas sedemikian rupa sehingga menarik dan sesuai				✓
	8. Memuat gambar yang sesuai dengan materi				✓
	9. Memuat keterangan gambar bagian-bagian alat dalam <i>PhET simulation</i> agar mudah dimengerti			✓	
b. Pendukung Penyajian	10. Disajikan pertanyaan pertanyaan di dalam LKPD yang sesuai dengan eksperimen yang dilakukan pada <i>PhET Simulation</i>			✓	
	11. Disajikan bagian pada LKPD berupa tempat untuk menulis jawaban setelah				✓

	melakukan eksperimen pada <i>PhET Simulation</i> .				
	12. Disajikan glosarium				✓
	13. Disajikan contoh soal dalam setiap kegiatan belajar				✓
	14. Disajikan Daftar Pustaka yang sesuai dengan referensi				✓

3. ASPEK KEBAHASAAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
a. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat yang terdapat pada E-modul sesuai			✓	
	2. kalimat yang disajikan efektif			✓	
	3. Istilah yang disajikan didalam E-modul baku dan sesuai				✓
b. Komunikatif, Dialogis dan interaktif	4. Pesan dan informasi yang disajikan mudah dipahami				✓
	5. Data dan fakta yang disajikan akurat				✓
c. Kesesuaian dengan kaidah Bahasa	6. Tata Bahasa yang disajikan tepat dan sesuai			✓	
	7. Ejaan yang disajikan tepat dan sesuai			✓	

B. KOMENTAR DAN SARAN PERBAIKAN

perbaiki typo, perbaiki penulisan Rumus,
perbaiki sumber Gambar, perbaiki cover,
pantajan analisis.

C. KESIMPULAN

Skala (%)	Kriteria Kelayakan
0-44	Tidak layak
45-64	Layak dengan predikat cukup
65-84	Layak dengan predikat bagus
85-100	Layak dengan predikat sangat bagus

Bahan ajar layak digunakan tanpa revisi	
Bahan ajar layak digunakan dengan revisi	✓
Bahan ajar tidak layak digunakan	

Pilih salah satu dengan memberi tanda centang kesimpulan yang sesuai pada kolom penilaian

Banda Aceh, 28 Maret 2023
Validator

(Muhammad Nasir)

NIP. 19900112201301601

A R - R A N I R Y

Lampiran 2b Validator II

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI

Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA

Penyusun : Fena Julita

Pembimbing 1 : Fitriyawany, M.Pd

Pembimbing 2 : Cut Rizki Mustika, M.Pd

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

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya, Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA, maka melalui instrument ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberi penilaian, pendapat, saran dan koreksi terhadap E-Modul yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas E-Modul ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak E-Modul tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika pada materi Fluida Dinamis. Aspek penilaian E-Modul ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

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

Skor 4 : Sangat Layak

Skor 3 : Layak

Skor 2 : Kurang Layak

Skor 1 : Tidak Layak

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

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : ZAHRIAH, M.Pd
 NIP : 199004132016032012
 Instansi : FTK UIN AR-RANIRY.

A. LEMBAR PENILAIAN

1. ASPEK KELAYAKAN ISI

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
a. Kelayakan Isi/Materi berdasarkan K-13	1. Kelengkapan materi			✓	
	2. Keluasan materi			✓	
	3. Kedalaman materi			✓	
	4. Kesesuaian dengan indikator				✓

AR - RANIRY

b. Keakuratan materi	5. Keakuratan konsep dan definisi				✓
	6. Keakuratan data dan fakta			✓	
	7. Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi				✓
c. Kemutakhiran materi	8. Gambar ilustrasi materi yang disajikan dalam kehidupan sehari-hari			✓	
	9. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari (Kontektual)				✓
d. Mendorong keingintahuan	10. Materi yang disajikan dalam E-modul mendorong rasa ingin tahu			✓	
	11. Tugas yang disajikan dalam E-modul mendorong rasa ingin tahu				✓

2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
a. Teknik Penyajian	1. Desain yang disajikan menarik			✓	
	2. Tampilan yang disajikan mudah untuk dipahami				✓

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

	3. Kombinasi warna yang disajikan tidak mencolok dan menarik			✓	
	4. Komposisi yang disajikan sesuai dengan materi				✓
	5. Ukuran E-modul yang disajikan Praktis			✓	
	6. <i>PhET Simulation</i> yang disajikan dapat memudahkan dalam melakukan percobaan secara virtual				✓
	7. Unsur tata letak dikemas sedemikian rupa sehingga menarik dan sesuai				✓
	8. Memuat gambar yang sesuai dengan materi				✓
	9. Memuat keterangan gambar bagian-bagian alat dalam <i>PhET simulation</i> agar mudah dimengerti				✓
b. Pendukung Penyajian	10. Disajikan pertanyaan pertanyaan di dalam LKPD yang sesuai dengan eksperimen yang dilakukan pada <i>PhET Simulation</i>			✓	
	11. Disajikan bagian pada LKPD berupa tempat untuk menulis jawaban setelah				✓

	melakukan eksperimen pada <i>PhET Simulation</i> .				
	12. Disajikan glosarium				✓
	13. Disajikan contoh soal dalam setiap kegiatan belajar				✓
	14. Disajikan Daftar Pustaka yang sesuai dengan referensi				✓

3. ASPEK KEBAHASAAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
a. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat yang terdapat pada E-modul sesuai			✓	
	2. kalimat yang disajikan efektif			✓	
	3. Istilah yang disajikan didalam E-modul baku dan sesuai			✓	
b. Komunikatif, Dialogis dan interaktif	4. Pesan dan informasi yang disajikan mudah dipahami			✓	
	5. Data dan fakta yang disajikan akurat				✓
c. Kesesuaian dengan kaidah Bahasa	6. Tata Bahasa yang disajikan tepat dan sesuai			✓	
	7. Ejaan yang disajikan tepat dan sesuai			✓	

B. KOMENTAR DAN SARAN PERBAIKAN

penulisan kata, kalimat harus disesuaikan
dgn aturan EYD.

C. KESIMPULAN

Skala (%)	Kriteria Kelayakan
0-44	Tidak layak
45-64	Layak dengan predikat cukup
65-84	Layak dengan predikat bagus
85-100	Layak dengan predikat sangat bagus

Bahan ajar layak digunakan tanpa revisi	<input type="checkbox"/>
Bahan ajar layak digunakan dengan revisi	<input checked="" type="checkbox"/>
Bahan ajar tidak layak digunakan	<input type="checkbox"/>

Pilih salah satu dengan memberi tanda centang kesimpulan yang sesuai pada kolom penilaian

Banda Aceh, 29 Maret 2023

Validator

(ZAHRIAH, M.Pd.)

NIP. 199004132019052012

Lampiran 2c Validator III

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI

Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA

Penyusun : Fena Julita

Pembimbing 1 : Fitriyawany, M.Pd

Pembimbing 2 : Cut Rizki Mustika, M.Pd

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

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya, Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA, maka melalui instrument ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberi penilaian, pendapat, saran dan koreksi terhadap E-Modul yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas E-Modul ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak E-Modul tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika pada materi Fluida Dinamis. Aspek penilaian E-Modul ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

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

Skor 4 : Sangat Layak

Skor 3 : Layak

Skor 2 : Kurang Layak

Skor 1 : Tidak Layak

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

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Drs. Soewarno, S.Pd, M.Pd
 NIP : 195609131985031003
 Instansi : FKIP Fisika

A. LEMBAR PENILAIAN

1. ASPEK KELAYAKAN ISI

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
a. Kelayakan Isi/Materi berdasarkan K-13	1. Kelengkapan materi				√
	2. Keluasan materi				√
	3. Kedalaman materi			√	
	4. Kesesuaian dengan indikator				√

b. Keakuratan materi	5. Keakuratan konsep dan definisi				✓
	6. Keakuratan data dan fakta				✓
	7. Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi				✓
c. Kemutakhiran materi	8. Gambar ilustrasi materi yang disajikan dalam kehidupan sehari-hari			✓	
	9. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari (Kontektual)				✓
d. Mendorong keingintahuan	10. Materi yang disajikan dalam E-modul mendorong rasa ingin tahu			✓	
	11. Tugas yang disajikan dalam E-modul mendorong rasa ingin tahu				✓

2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
a. Teknik Penyajian	1. Desain yang disajikan menarik				✓
	2. Tampilan yang disajikan mudah untuk dipahami				✓

	3. Kombinasi warna yang disajikan tidak mencolok dan menarik				✓
	4. Komposisi yang disajikan sesuai dengan materi		✓		
	5. Ukuran E-modul yang disajikan Praktis				✓
	6. <i>PhET Simulation</i> yang disajikan dapat memudahkan dalam melakukan percobaan secara virtual				✓
	7. Unsur tata letak dikemas sedemikian rupa sehingga menarik dan sesuai		✓		
	8. Memuat gambar yang sesuai dengan materi				✓
	9. Memuat keterangan gambar bagian-bagian alat dalam <i>PhET simulation</i> agar mudah dimengerti				✓
b. Pendukung Penyajian	10. Disajikan pertanyaan pertanyaan di dalam LKPD yang sesuai dengan eksperimen yang dilakukan pada <i>PhET Simulation</i>				✓
	11. Disajikan bagian pada LKPD berupa tempat untuk menulis jawaban setelah				✓

	melakukan eksperimen pada <i>PhET Simulation</i> .				
	12. Disajikan glosarium				✓
	13. Disajikan contoh soal dalam setiap kegiatan belajar				✓
	14. Disajikan Daftar Pustaka yang sesuai dengan referensi				✓

3. ASPEK KEBAHASAAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
a. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat yang terdapat pada E-modul sesuai				✓
	2. kalimat yang disajikan efektif				✓
	3. Istilah yang disajikan didalam E-modul baku dan sesuai				✓
b. Komunikatif, Dialogis dan interaktif	4. Pesan dan informasi yang disajikan mudah dipahami				✓
	5. Data dan fakta yang disajikan akurat			✓	
c. Kesesuaian dengan kaidah Bahasa	6. Tata Bahasa yang disajikan tepat dan sesuai			✓	
	7. Ejaan yang disajikan tepat dan sesuai				✓

B. KOMENTAR DAN SARAN PERBAIKAN

→ Rumus = Sebaiknya dgn di jabarkan /
di rombel.

C. KESIMPULAN

Skala (%)	Kriteria Kelayakan
0-44	Tidak layak
45-64	Layak dengan predikat cukup
65-84	Layak dengan predikat bagus
85-100	Layak dengan predikat sangat bagus

Bahan ajar layak digunakan tanpa revisi	1
Bahan ajar layak digunakan dengan revisi	2
Bahan ajar tidak layak digunakan	

Pilih salah satu dengan memberi tanda centang kesimpulan yang sesuai pada kolom penilaian

Banda Aceh, 03-07-2023

Validator

Dr. Soewarno S, M.S.
NIP. 195609131985031003

Lampiran 3: Lembar Validasi Ahli Media

Lampiran 3a Validator I

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA

Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA
 Penyusun : Fena Julita
 Pembimbing 1 : Fitriyawany, M.Pd
 Pembimbing 2 : Cut Rizki Mustika, M.Pd
 Instansi : Fakultas Tarbiyah dan Keguruan / Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya, Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA, maka melalui instrument ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberi penilaian, pendapat, saran dan koreksi terhadap E-Modul yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas E-Modul ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak E-Modul tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika pada materi Fluida Dinamis. Aspek penilaian E-Modul ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

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

Skor 4 : Sangat Layak

Skor 3 : Layak

Skor 2 : Kurang Layak

Skor 1 : Tidak Layak

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

INDETITAS VALIDATOR

Nama : Nurisma, S.Pd., M.T.

NIP : 1330049301

Instansi : UIN PTI

A. PENILAIAN

Aspek	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
			1	2	3	4
1. Tampilan	a. Desain Layout/Tata Letak	1. <i>background</i> yang disajikan tepat sesuai dengan materi				√
		2. Ketepatan proporsi layout				√
	b. Teks/tipografi	3. Pemilihan font yang disajikan sesuai agar mudah dibaca			√	

A R - R A N I R Y

		4. Ukuran huruf yang disajikan tepat dan sesuai agar mudah dibaca			✓
		5. Warna teks yang disajikan tepat dan sesuai agar mudah dibaca			✓
	<i>c. Image</i>	6. Komposisi gambar yang disajikan sesuai			✓
		7. Ukuran gambar yang disajikan tepat dan sesuai			✓
		8. Tampilan gambar yang disajikan berkualitas baik			✓
	<i>d. Animasi</i>	9. Animasi yang disajikan sesuai dengan materi			✓
		10. Animasi yang disajikan menarik			✓
	<i>e. Video</i>	11. Ketetapan pilihan video yang disajikan sesuai dengan materi			✓
		12. Video yang disajikan berkualitas baik			✓
		13. Video percobaan <i>PhET simulan</i> yang disajikan sesuai dengan percobaan			✓

	f. Kemasan	14. Kover depan yang disajikan sesuai dan menarik				✓
		15. Tampilan yang disajikan sesuai dengan isi				✓
2. Pemograman	g. Penggunaan	16. Kesesuaian dengan pengguna				✓
		17. Fleksibilitas (dapat digunakan mandiri dan terbimbing)				✓
		18. Petunjuk penggunaan E-modul yang disajikan lengkap				✓
		19. Tampilan petunjuk penggunaan E-modul yang disajikan menarik				✓
		20. Petunjuk penggunaan <i>PhET simulation</i> yang disajikan lengkap				✓
		21. Tampilan petunjuk penggunaan <i>PhET simulation</i> yang disajikan menarik				✓
	h. Navigasi dan <i>interactive link</i>	22. Penggunaan tombol navigasi tepat dan sesuai				✓

		23. Ketepatan kinerja <i>interactive link</i>							✓
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

B. KOMENTAR DAN SARAN PERBAIKAN

Sudah sesuai dan media yg dibuat dapat menarik minat
 siswa dan memudahkan materi. Diperlukan di kedepannya
 di ppt yg dikembangkan pada materi yg lain.

C. KESIMPULAN

Skala (%)	Kriteria Kelayakan
0-44	Tidak layak
45-64	Layak dengan predikat cukup
65-84	Layak dengan predikat bagus
85-100	Layak dengan predikat sangat bagus

A R - R A N I R Y

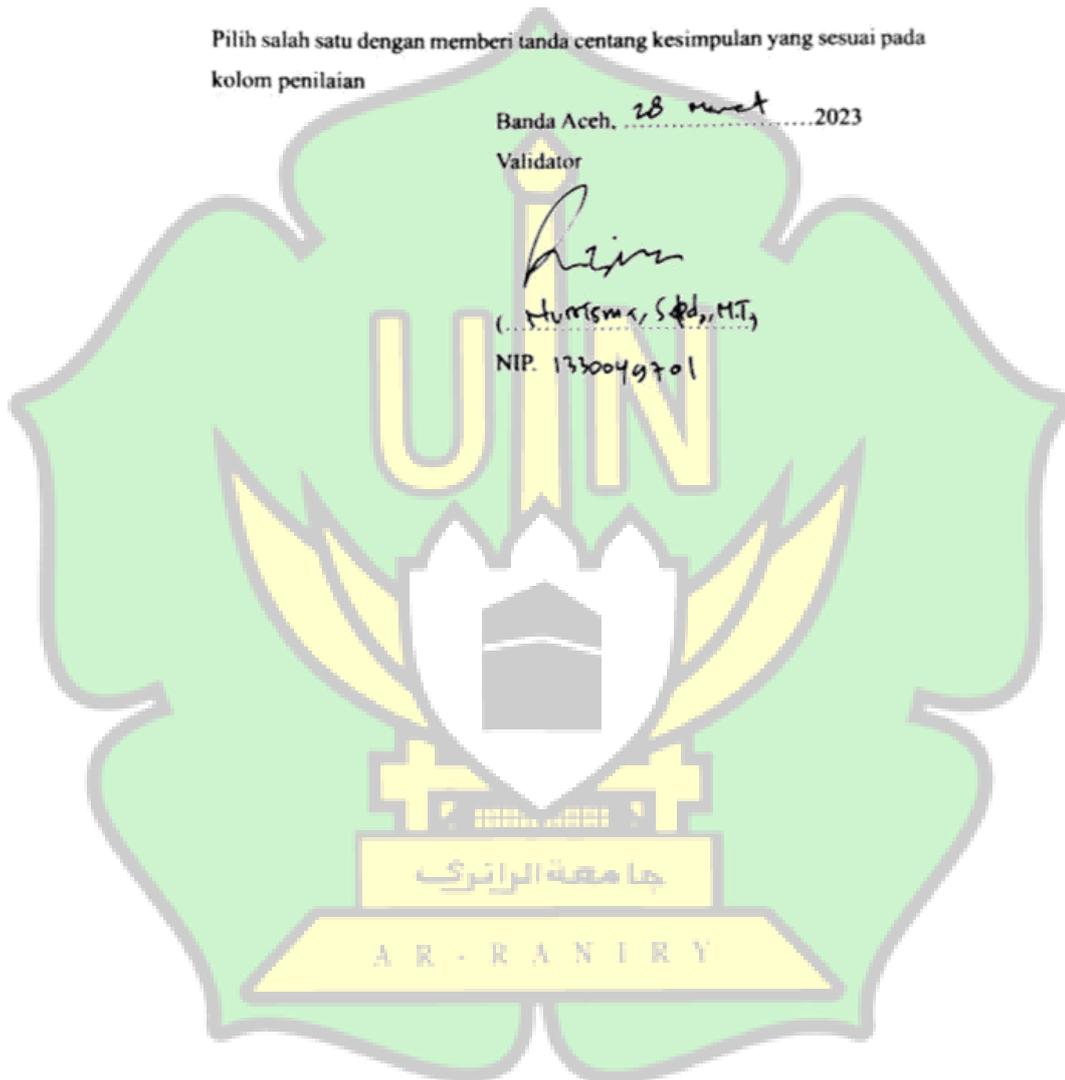
Bahan ajar layak digunakan tanpa revisi	<input checked="" type="checkbox"/>
Bahan ajar layak digunakan dengan revisi	<input type="checkbox"/>
Bahan ajar tidak layak digunakan	<input type="checkbox"/>

Pilih salah satu dengan memberi tanda centang kesimpulan yang sesuai pada kolom penilaian

Banda Aceh, *28 Maret*2023

Validator


(*Hurrismas, S.Pd., M.T.*)
NIP. 1330049701



Lampiran 3b Validator III

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA

Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA

Penyusun : Fena Julita

Pembimbing 1 : Fitriyawany, M.Pd

Pembimbing 2 : Cut Rizki Mustika, M.Pd

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

Dengan Hormat,

Schubungan dengan adanya, Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA, maka melalui instrument ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberi penilaian, pendapat, saran dan koreksi terhadap E-Modul yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas E-Modul ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak E-Modul tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika pada materi Fluida Dinamis. Aspek penilaian E-Modul ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

جامعته الرانيري

A R - R A N I R Y

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

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

Skor 4 : Sangat Layak

Skor 3 : Layak

Skor 2 : Kurang Layak

Skor 1 : Tidak Layak

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

INDETITAS VALIDATOR

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

NIDN : 1330049702

Instansi : UIN Ar-Raniry

A. PENILAIAN

Aspek	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
			1	2	3	4
1. Tampilan	a. Desain <i>Layout/Tata Letak</i>	1. <i>background</i> yang disajikan tepat sesuai dengan materi				v
		2. Ketepatan proporsi <i>layout</i>				v
	b. Teks/tipografi	3. Pemilihan font yang disajikan sesuai agar mudah dibaca				v

		4. Ukuran huruf yang disajikan tepat dan sesuai agar mudah dibaca					v
		5. Warna teks yang disajikan tepat dan sesuai agar mudah dibaca					v
	c. Image	6. Komposisi gambar yang disajikan sesuai					v
		7. Ukuran gambar yang disajikan tepat dan sesuai					v
		8. Tampilan gambar yang disajikan berkualitas baik					v
	d. Animasi	9. Animasi yang disajikan sesuai dengan materi					v
		10. Animasi yang disajikan menarik					v
	e. Video	11. Ketetapan pilihan video yang disajikan sesuai dengan materi					v
		12. Video yang disajikan berkualitas baik					v
		13. Video percobaan <i>PhET simulators</i> yang disajikan sesuai dengan percobaan					v

	f. Kemasan	14. Kover depan yang disajikan sesuai dan menarik			v	
		15. Tampilan yang disajikan sesuai dengan isi				v
2. Pemograman	g. Penggunaan	16. Kesesuaian dengan pengguna				v
		17. Fleksibilitas (dapat digunakan mandiri dan terbimbing)				v
		18. Petunjuk penggunaan E-modul yang disajikan lengkap				v
		19. Tampilan petunjuk penggunaan E-modul yang disajikan menarik			v	
		20. Petunjuk penggunaan <i>PhET simulation</i> yang disajikan lengkap				v
		21. Tampilan petunjuk penggunaan <i>PhET simulation</i> yang disajikan menarik				v
	h. Navigasi dan <i>interactive link</i>	22. Penggunaan tombol navigasi tepat dan sesuai				v

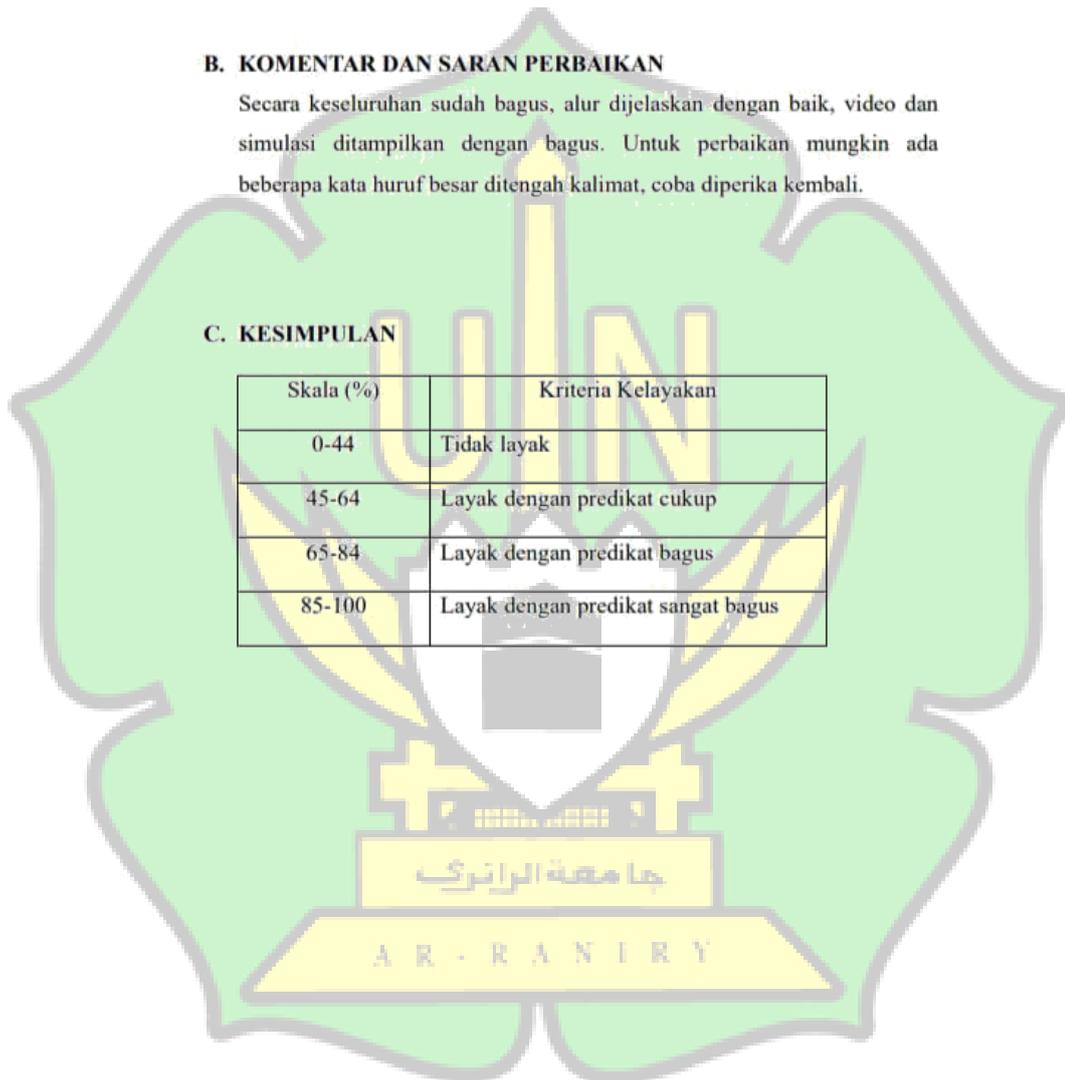
		23. Ketepatan kinerja <i>interactive link</i>			v
--	--	--	--	--	---

B. KOMENTAR DAN SARAN PERBAIKAN

Secara keseluruhan sudah bagus, alur dijelaskan dengan baik, video dan simulasi ditampilkan dengan bagus. Untuk perbaikan mungkin ada beberapa kata huruf besar ditengah kalimat, coba diperika kembali.

C. KESIMPULAN

Skala (%)	Kriteria Kelayakan
0-44	Tidak layak
45-64	Layak dengan predikat cukup
65-84	Layak dengan predikat bagus
85-100	Layak dengan predikat sangat bagus



Bahan ajar layak digunakan tanpa revisi	v
Bahan ajar layak digunakan dengan revisi	
Bahan ajar tidak layak digunakan	

Pilih salah satu dengan memberi tanda centang kesimpulan yang sesuai pada kolom penilaian

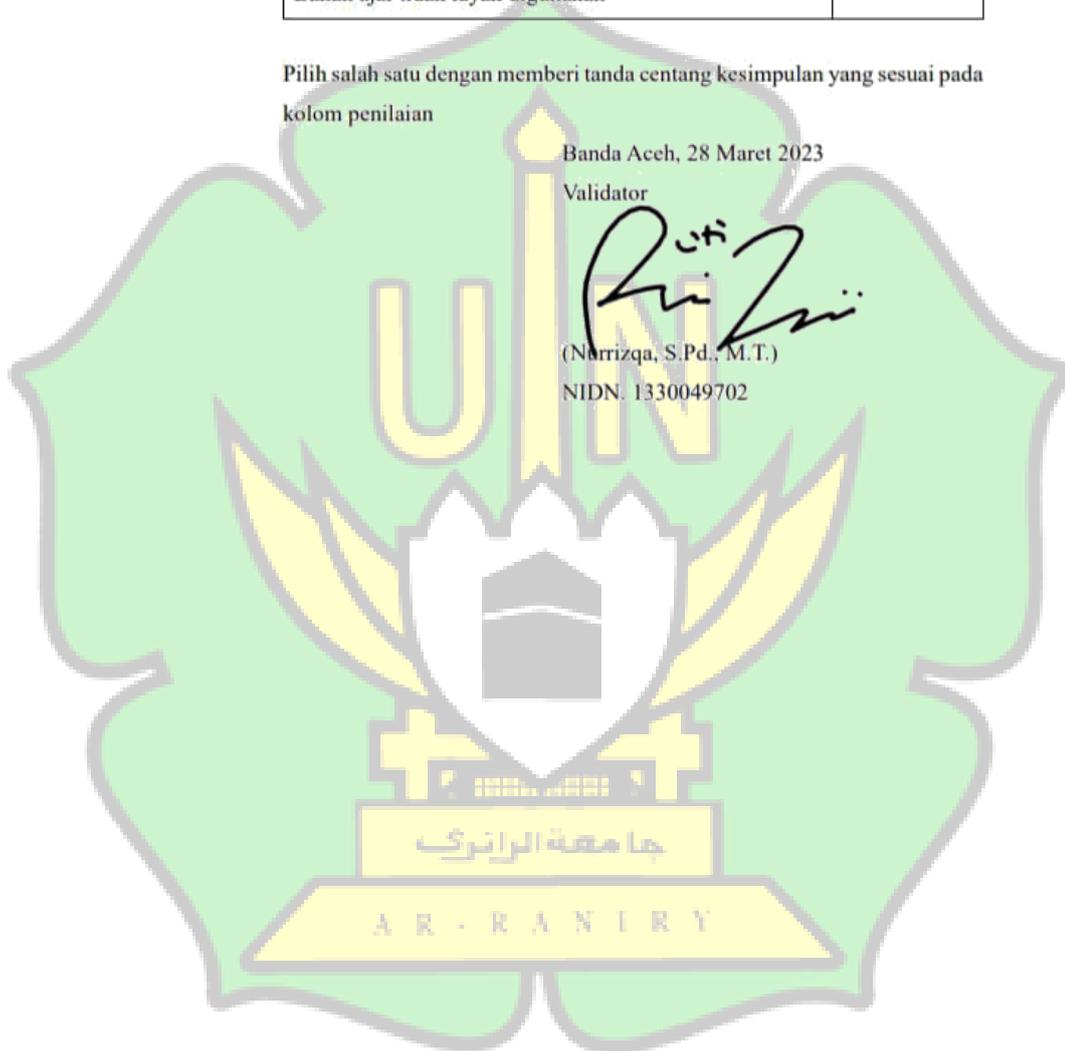
Banda Aceh, 28 Maret 2023

Validator



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

NIDN. 1330049702



Lampiran 3c Validator III

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA

Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA

Penyusun : Fena Julita

Pembimbing 1 : Fitriyawany, M.Pd

Pembimbing 2 : Cut Rizki Mustika, M.Pd

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

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya, Pengembangan E-Modul Berbasis *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis SMA/MA, maka melalui instrument ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberi penilaian, pendapat, saran dan koreksi terhadap E-Modul yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas E-Modul ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak E-Modul tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika pada materi Fluida Dinamis. Aspek penilaian E-Modul ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

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

Skor 4 : Sangat Layak

Skor 3 : Layak

Skor 2 : Kurang Layak

Skor 1 : Tidak Layak

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

INDETTIS VALIDATOR

Nama : Raihan Islamadina, S.T, M.T
 NIP : 198901312020122011
 Instansi : Pendidikan Teknologi Informasi (PTI).

A. PENILAIAN

Aspek	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
			1	2	3	4
1. Tampilan	a. Desain Layout/Tata Letak	1. <i>background</i> yang disajikan tepat sesuai dengan materi				✓
		2. Ketepatan proporsi layout				✓
	b. Teks/tipografi	3. Pemilihan font yang disajikan sesuai agar mudah dibaca				✓

		4. Ukuran huruf yang disajikan tepat dan sesuai agar mudah dibaca				✓
		5. Warna teks yang disajikan tepat dan sesuai agar mudah dibaca				✓
	<i>c. Image</i>	6. Komposisi gambar yang disajikan sesuai				✓
		7. Ukuran gambar yang disajikan tepat dan sesuai				✓
		8. Tampilan gambar yang disajikan berkualitas baik				✓
	<i>d. Animasi</i>	9. Animasi yang disajikan sesuai dengan materi				✓
		10. Animasi yang disajikan menarik				✓
	<i>e. Video</i>	11. Ketetapan pilihan video yang disajikan sesuai dengan materi				✓
		12. Video yang disajikan berkualitas baik				✓
		13. Video percobaan <i>PhET simulators</i> yang disajikan sesuai dengan percobaan				✓

	f. Kemasan	14. Kover depan yang disajikan sesuai dan menarik				✓
		15. Tampilan yang disajikan sesuai dengan isi				✓
2. Pemograman	g. Penggunaan	16. Kesesuaian dengan pengguna				✓
		17. Fleksibilitas (dapat digunakan mandiri dan terbimbing)				✓
		18. Petunjuk penggunaan E-modul yang disajikan lengkap				✓
		19. Tampilan petunjuk penggunaan E-modul yang disajikan menarik				✓
		20. Petunjuk penggunaan <i>PhET simulation</i> yang disajikan lengkap				✓
		21. Tampilan petunjuk penggunaan <i>PhET simulation</i> yang disajikan menarik				✓
	h. Navigasi dan <i>interactive link</i>	22. Penggunaan tombol navigasi tepat dan sesuai				✓

Bahan ajar layak digunakan tanpa revisi	<input checked="" type="checkbox"/>
Bahan ajar layak digunakan dengan revisi	<input type="checkbox"/>
Bahan ajar tidak layak digunakan	<input type="checkbox"/>

Pilih salah satu dengan memberi tanda centang kesimpulan yang sesuai pada kolom penilaian

Banda Aceh, 4 April 2023

Validator


Fahan Islamah, S.I.P.T
NIP. 198901312020122011

