Copyright © 2023 The Author(s)
Didaktika: Jurnal Kependidikan, Vol. 12, No. 4 November 2023

Pengembangan E-Modul Pembelajaran IPA Berbasis TPACK dan Phet Simulation Sebagai Alternatif Bahan Ajar Masa Pandemi Covid-19

Fitriyawany[1], Ida Meutiawati[2], Hafiz Rizky[3]
UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

[1]fitriyawany@ar-raniry.ac.id

Abstrak

Sistem pembelajaran disekolah beberapa tahun ini mengalami perubahan yang signifikan. Perubahan dari konvensional ke basis teknologi menjadi solusi utama. Pendidikan berbasis blended learning menjadi perhatian penting dalam pembelajaran masa pandemi Covid 19 dan new normal. Kolaborasi sistem pendidikan menuntut semua elemen pendidikan peka terhadap teknologi pembelajaran terutama penggunaan e-modul dan laboratorium virtual interaktif pada pembelajaran IPA yang bersifat abstrak. Penggunaan laboratorium virtual interaktif membantu siswa dalam memahami secara mandiri materi serta meningkatkan keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis TPACK dan PhET Simulation pada materi listrik dinamis dan melakukan uji kelayakan Ahli Media dan Ahli Materi. produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah e-modul berbasis TPACK dan PhET simulation dengan kriteria kelayakan dikatagorikan dalam kiteria sangat layak ditinjau dari hasil validasi oleh ahli. Hasil Penilaian Ahli Media secara keseluruhan penilaian rata rata nilai kelayakan sebesar 3,55 dengan prosentase kelayakan 88,75%. Berdasarkan keseluruhan penilaian pada aspek Materi mendapat rata rata penilaian berada pada kriteria yang layak yaitu sebesar 3.42 (85,66%). Sehingga modul yang dikembangkan dinyatakan dapat dijadikan alternatif solusi bahan ajar masa pandemic dan layak digunakan sebagai media pembelajaran masa new normal.

Kata Kunci: e-Modul, TPACK, PheT Simulation, Covid-19, New Normal, Uji Kelayakan

Pendahuluan

Sistem pendidikan Indonesia dalam beberapa tahun ini mengalami perubahan yang signifikan. Perubahan yang sangat cepat ini dipengaruhi oleh tantangan pendidikan Indonesia dalam memasuki era revolusi 4.0 dibarengi dengan tantangan pendidikan Indonesia dalam menghadapi pandemi Covid-19. Pandemi Covid-19 telah merubah pola pendidikan di Indonesia, dari sistem pendidikan konvensional ke sistem pendidikan berbasis digital berlangsung sangat cepat. Secara konstektual pendidikan yang diterapkan saat ini belum sepenuhnya maksimal, belum mengarah pada paradigma pendidikan yang diharapkan (Asmuni, 2020). Pendidikan yang telah berjalan selama kondisi covid-19 menghadapi berbagai dilema. satu sisi guru dituntut harus menguasai teknologi, menjadi trainer, memiliki kemampuan pedagogi yang bagus dan menguasai materi. disisi yang lain keterbatasan sumber daya menjadi faktor utama (Ernawati & Susanti 2021). Guru diminta melakukan inovasi pendidikan dan memberlakukan sistem pendidikan yang dianggap baru seperti menyelenggarakan video comference, bahan ajar online, silabus, laboratorium virtual, dan metode pembelajaran secara digital sebagai alternatif solusi (Ernawati & Susanti 2021, Handayani 2020, Ismail & Alexandro 2021).

Pemberlakuan Learning From Home, pembelajaran dalam jaringan yang telah berjalan hampir dua tahun ini juga mengalami berbagai kendala bagi siswa. pertama, keterbatasan siswa dalam menggunakan teknologi informasi dalam pembelajaran. kedua, siswa menghadapi berbagai kekurangan dari segi fasilitas yang mendukung berupa, buku, modul, laptop, handphone, dan kuota. ketiga, sebagian besar pembelajaran yang telah berjalan membebani siswa dengan berbagai tugas yang menumpuk setiap hari (Asmuni, 2020). Ditinjau dari aspek pembelajaran yang berbasis laboratorium (Fisika, Biologi, Kimia) yang terjadi pada era pandemic ini sebagian besar belum terlaksana secara maksimal. Materi sain yang berhubungan dengan laboratorium sulit diaplikasikan oleh siswa dengan berbagai kendala (Natalia et al. 2021, Maulina & Shofiyah 2021, Asyana & Arini 2020). Sehingga laboratorium virtual merupakan media yang mesti dilakukan. Laboratorium virtual Berbasis Phet Simulation efektif membantu siswa membangun pemahaman secara signifikan terhadap materi sains yang bersifat abstrak dalam bentuk simulasi interaktif (Sari & Simanjuntak 2016, Afiana 2017, Hikmawati 2019). Menghadapi keterbatasan pendidikan era pandemic covid 19 maka sangat diperlukan pengembangan bahan ajar yang terprogram terintegrasi Technologi, Pendagogi, Content knowledge (TPACK) dan perlunya bahan ajar yang terintegrasi laboratorium virtual Berbasis Phet simulation dalam mengatasi berbagai kesulitan guru dan siswa dalam pembelajaran. Solusi ini sangat penting dilakukan mengingat perkembangan pendemi covid 19 yang tidak menentu.

Berdasarkan permasalahan diatas pengembangan bahan ajar yang integral dan komprehensif merupakan sebuah kewajiban. Pengembangan E-modul pembelajaran IPA berbasis TPACK dan PhET simulation sebagai alternatif bahan ajar masa pandemi Covid-1 merupakan solusi yang tepat. pengembangan modul ini membantu siswa agar mampu memahami pembelajaran tanpa bantuan guru sehingga secara mandiri siswa belajar menggunakan teknologi untuk menguasai materi pembelajaran secara komprehensif.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengembangan R&D (Research and Development) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk dan menguji keefektifan produk. (Sugiono, 2014). Jenis produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah Modul penbelajaran berbasis TPACK dan Phet Simulation sebagai alternatif bahan ajar masa pandemic covid I9. Model pengembangan yang melandasai penelitian ini adalah model oleh Alessi dan Trollip (Sugiono, 2014). yang dapat diklasifikasikan dalam tiga langkah, yaitu (I) Analysis, (2) Design, (3) Development.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah angket yang bertujuan untuk memperoleh data validitas terhadap kelayakan modul yang dikembangkan. Subjek penelitian adalah 3 validator media dan 3 validator materi. Kelayakan modul dianalis dengan tehnik prosentase. (Sugiyono, 2014).

$$\% K = (\frac{N}{N_m}) \times I00\%$$

Kemudian untuk mengetahui kelayakan suatu media pembelajaran diukur melalui nilai kriteria berikut:

Tabel 1. Kriteria Kelayakan media pembelajaran

Percentage	Value scale	Interpretation
81% ≤ Skor ≤ 100%	5	Very feasible
61% ≤ Skor ≤ 80%	4	feasible
41% ≤ Skor ≤ 60%	3	Quite feasible

Copyright © 2023 The Author(s)

21% ≤ Skor ≤ 40%	2	Not feasible
0% ≤ Skor ≤ 20%	1	infessible

(Sugiyono, 2014).

Hasil

Desain Pengembangan e-Modul Pembelajaran Berbasis TPACK dan PhET Simulation

Penelitian pengembangan ini menghasilkan sebuah produk e-modul Pembelajaran berbasis TPACK dan PhET simulation sebagai alternatif bahan ajar selama pandemi. Pengembangan e-modul ini dapat membantu guru dan siswa dalam pembelajaran sain melalui visualisasi dan simulasi berbasis virtual. Model pengembangan yang melandasi penelitian ini adalah model yang dikembangkan oleh Alessi dan Trollip dibangun pada tiga tahapan yaitu Planning, Design, Development. Tahapan tahapan tersebut sebagai berikut:

1. Tahap Planning (Perencanaan)

Tahapan ini merupakan tahapan analisis kebutuhan, identifikasi dan menemukan permasalahan siswa serta guru dalam pembelajaran selama pandemi covid 19. Berikut ini beberapa temuan yang menjadi landasan pengembangan e-modul pembelajaran berbasis TPACK dan PhET Simulation.

Tabel 2. Tahapan Analisis Kebutuhan

Menentukan Ruang lingkup	Mengidentifikasi Peserta Didik	Analisa Materi	Brainstorming dengan Guru Mapel
a. Sasaran Siswa SMP/MTs Kelas IX b. Guru dituntut bisa beradaptasi dengan perkembangan teknologi pembelajaran virtual interaktif. c. Terbatasnya media pembelajaran siswa secara mandiri selama pemberlakuan learning from home berupa buku, laptop, hanphone, kuota. d. Inkonsistensi penggunaan modul konvensional	e. Peserta didik belum antusias dalam pembelajaran a. Peserta didik belum pernah menggunakan laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika b. Peserta didik membutuhkan media yang interaktif dalam pembelajaran fisika c. Peserta didik kesulitan dalam pembelajaran listrik dinamis tanda penggunaan laboratorium	a. Materi listrik dinamis membutuhkan praktikum dalam pembelajaran sehingga pembelajaran masa pandemi perlu dialihkan dari laboratorium ril ke laboratorium virtual b. Perlu pengembangan bahan ajar yang berintegrasi pembelajaran abad 21	Diperlukan media pembelajaran yang terintegrasi TPACK dan Laboratorium Virtual

	dalam pembelajaran praktikum jarak jauh f. Kurangnya Alat, bahan, pendampingan siswa berkaitan dengan materi berbasis laboratorium. g. Orientasi belajar pada tugas-tugas. h. Guru lebih membatasi dan mengurangi jumlah konten materi.

Tabel 3. Kerangka e-Modul Pembelajaran yang akan dikembangkan

Judul	:	e-Modul Pembelajaran IPA Berbasis TPACK dan PhET Simulation Pada Materi Listrik Dinamis
Sasaran	:	Siswa SMP/MTs Kelas IX
KI		I. Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya. II. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, dan percaya diri, dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan social dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya. III. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata. IV. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori.
KD		3.5. Menerapkan konsep rangkaian listrik, energi dan daya listrik, sumber energi listrik dalam kehidupan sehari-hari termasuk sumber energi listrik alternatif. 4.5. Menyajikan hasil rancangan dan pengukuran berbagai rangkaian listrik
Materi	:	Listrik Dinamis
Media	:	Phet Simulation
Kegiatan	:	Rangkaiang Listrik (terbuka dan tertutup, Rangkaian seri dan paralel)

Copyright © 2023 The Author(s)

Pembelajaran 1		
Kegiatan Pembelajaran 2	:	Hukum Kirchoff dan Hukum Ohm
Kegiatan Pembelajaran 3	:	Energi Listrik

2. Tahap Design (Perancangan)

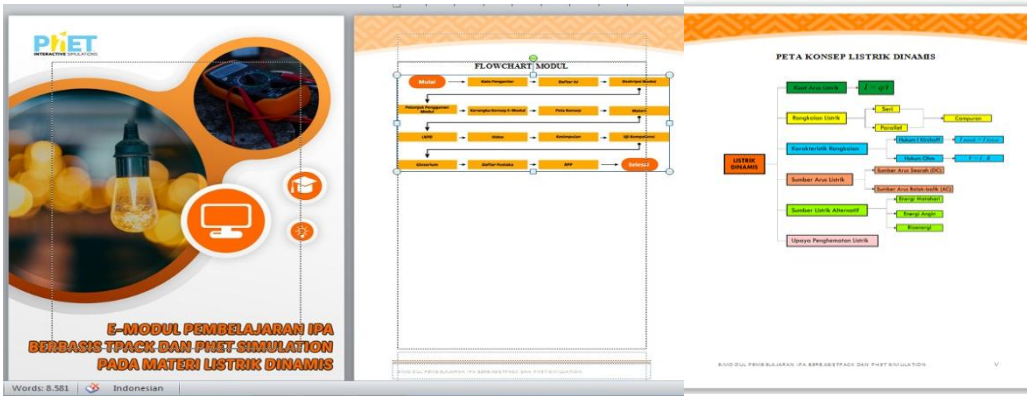
Tahapan ini pengembang mendesain e-modul pembelajaran berbasis TPACK dan PhET Simulation dengan menentukan unsur-unsur dan karakteristik yang dibutuhkan. Tahapan ini dimulai dari penetapan materi, tujuan, perangkat, kegiatan, serta metode evaluasi pembelajaran yang dirancang secara konseptual. Pengembang mengidentifikasi silabus, buku teks dan menyiapkan draf materi yang sesuai dengan KD, indikator dan pencapaian tujuan pembelajaran K13 yang dituangkan dalam draf modul. Penyusunan draf terdiri dari penetapan judul, kompetensi yang ingin dicapai siswa, format penyajian, penetapan otline modul dan garis besar materi. Perancangan e-modul berdasarkan flowchart dibawah ini.



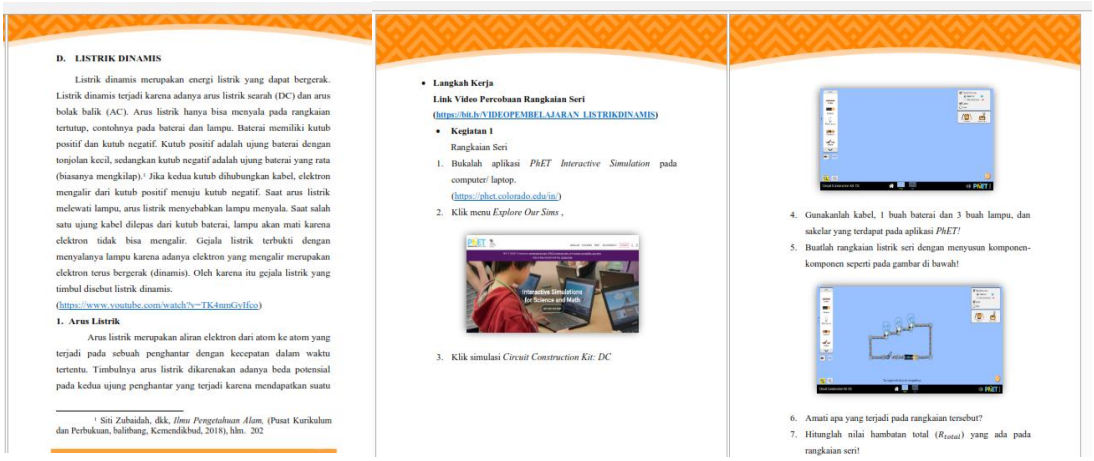
Gambar 1. Flowchart perancangan e-modul

3. Tahap Development (Pengembangan)

Tahapan ini pengembang melakukan proses pembuatan e-modul berbasis TPACK dan PhET Simulation dengan melakukan pengembangan terhadap komponen dan unsur-unsur dalam modul seperti materi, contoh soal, gambar dan video, animasi, software PhET simulation, soal latihan dan evaluasi. Semua komponen dalam modul yang dikembangkan disatukan dalam Software Flipbook Maker menghasilkan satu prototipe e-modul pembelajaran yang diharapkan.



Gambar 1. Cover modul, flowchart, dan peta konsep



D. LISTRIK DINAMIS

Listrik dinamis merupakan energi listrik yang dapat bergerak. Listrik dinamis terjadi karena adanya arus listrik searah (DC) dan arus bolak balik (AC). Arus listrik hanya bisa menyala pada rangkaian tertutup, contohnya pada baterai dan lampu. Baterai memiliki kutub positif dan kutub negatif. Kutub positif adalah ujung baterai dengan tonjolan kecil, sedangkan kutub negatif adalah ujung baterai yang rata (biasanya mengkilap).[1] Jika kedua kutub dihubungkan kabel, elektron mengalir dari kutub positif menuju kutub negatif. Saat arus listrik melewati lampu, arus listrik menyebabkan lampu menyala. Saat salah satu ujung kabel dilepas dari kutub baterai, lampu akan mati karena elektron tidak bisa mengalir. Gejala listrik terbukti dengan menyalanya lampu karena adanya elektron yang mengalir merupakan elektron terus bergerak (dinamis). Oleh karena itu gejala listrik yang timbul disebut listrik dinamis.

(https://www.youtube.com/watch?v=TK4nmGvIfco)

1. Arus Listrik

Arus listrik merupakan aliran elektron dari atom ke atom yang terjadi pada sebuah penghantar dengan kecepatan dalam waktu tertentu. Timbulnya arus listrik dikarenakan adanya beda potensial pada kedua ujung penghantar yang terjadi karena mendapatkan suatu

[1] Siti Zubaidah, dkk, *Ilmu Pengetahuan Alam,* (Pusat Kurikulum dan Perbukuan, balitbang, Kemendikbud, 2018), hlm. 202

- Langkah Kerja

Link Video Percobaan Rangkaian Seri

(https://bit.ly/VIDEOPEMBELAJARAN_LISTRIKDINAMIS)

- Kegiatan 1

Rangkaian Seri

1. Bukalah aplikasi *PhET Interactive Simulation* pada computer/ laptop. (https://phet.colorado.edu/in/)
2. Klik menu *Explore Our Sims* ,

3. Klik simulasi *Circuit Construction Kit: DC*

4. Gunakanlah kabel, 1 buah baterai dan 3 buah lampu, dan sakelar yang terdapat pada aplikasi *PhET!*
5. Buatlah rangkaian listrik seri dengan menyusun komponen-komponen seperti pada gambar di bawah!

6. Amati apa yang terjadi pada rangkaian tersebut?
7. Hitunglah nilai hambatan total (R_{total}) yang ada pada rangkaian seri!

Gambar 3. Tampilan materi dan lembar kerja LKPD

Kelayakan Produk Pengembangan e-Modul Pembelajaran Berbasis TPACK dan PhET Simulation

Kelayakan produk pengembangan e-modul pembelajaran berbasis TPACK dan PhET Simulation ditentukan berdasarkan hasil penilaian validator. uji kelayakan dilakukan oleh 3 ahli media dan 3 ahli materi. Pengembang akan menyerahkan data berupa lembar validasi dan prototipe e-modul pembelajaran kepada validator. Lembar validasi (instrumen) yang dikembangkan juga telah divalidasi sebelumnya. Validasi prototipe e-modul ini bertujuan mendapatkan penilaian kelayakan, tingkat validitas, dan saran dari validator. Jika pada proses validasi terdapat revisi maka akan dilakukan perbaikan dan pengembangan dilanjutkan berdasarkan saran dan masukan yang diberikan validator. Tahapan ini dilakukan sebelum pelaksanaan uji coba sehingga e-modul pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan layak dan valid untuk diterapkan dalam pembelajaran jarak jauh.

1. Kelayakan e-modul Pembelajaran Berbasis berbasis TPACK dan PhET Simulation pada Materi Listrik Dinamis oleh Ahli Media

Penilaian oleh ahli media dilakukan untuk mengetahui kelayakan e-modul pembelajaran ditinjau dari segi desain modul. Ahli media tersebut yaitu: dari 1 (satu) orang dosen Prodi Fisika, 1 (satu) orang dosen Kimia dan 1 (satu) orang dosen Biologi yang masing-masing dari Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar Raniry Banda Aceh. Proses penilaian berdasarkan pemberian bobot nilai skala pada setiap pernyataan pada instrumen yang terlampir pada lembar validasi disertai dengan pemberian tanggapan dan masukan terhadap produk e-modul yang telah dikembangkan. Validator memberikan tanda ceklis pada kolom skala yang dianggap sesuai. Data kuantitatif tersebut dikonversikan kedalam nilai prosentase dan dilakukan penilaian rata-rata hasil validasi. Data tersebut diuraikan dengan teknik analisis deskriptif kualitatif.

Berdasarkan data hasil validasi oleh ahli media yang terdapat pada lampiran 1 (*Lihat lampiran*). secara keseluruhan mendapatkan kriteria sangat layak (87,5%) merujuk pada nilai kriteria kelayakan pada Tabel 3.1. sehingga e-modul berbasis TPACK dan PhET Simulation yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran sain di sekolah. Jika ditinjau dari seluruh aspek, pesentase kelayakan tertinggi berada pada aspek Tampilan modul yang mendapatkan kriteria sangat layak (90%), selanjutnya diikuti oleh aspek Pemograman yang mendapatkan kriteria sangat layak (87,5 %) dengan presentase kelayakan lebih rendah dari pada aspek Tampilan.

Copyright © 2023 The Author(s)

2. Kelayakan e-modul Pembelajaran Berbasis berbasis TPACK dan PhET Simulation Materi Listrik Dinamis oleh Ahli Materi

Penilaian oleh ahli materi bertujuan untuk menilai apakah e-modul yang dikembangkan berdasarkan kelengkapan substansi serta kebenaran isi materi sesuai dengan literatur yang valid dan layak diterapkan sebagai bahan ajar. Ahli materi berjumlah 3 orang dosen yang terdiri dari Ahli materi Kimia, Fisika, dan Biologi yang masing-masing merupakan dosen ilmu Pendidikan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar Raniry Banda Aceh.

Berdasarkan data hasil validasi oleh ahli media yang terdapat pada lampiran 2 (*lihat lampiran*) secara keseluruhan mendapatkan kriteria sangat layak (85,66 %) merujuk pada nilai kriteria kelayakan pada Tabel 3.1. sehingga e-modul berbasis TPACK dan PhET simulation yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran Fisika di sekolah. Jika ditinjau dari seluruh aspek, presentase kelayakan tertinggi berada pada aspek kelayakan isi materi yang mendapatkan kriteria sangat layak (87,03 %), selanjutnya diikuti oleh aspek kelayakan penyajian materi yang mendapatkan kriteria sangat layak (85,41 %), dan yang terakhir aspek kebenaran kebahasaan materi yang mendapatkan kriteria sangat layak (84,52%) dengan presentase kelayakan lebih rendah dari pada aspek kelayakan isi materi dan penyajian materi.

a. Saran dan Masukan dari validator

Ada beberapa saran dan masukan dari validator terhadap penilaian kelayakan e-modul yang dikembangkan sebagai berikut:

Validator	Saran dan Masukan
Ahli Media	
Validator 1	Perbanyak Tampilan Gambar, tambah keterangan gambar
Validator 2	Masukkan Link Tutorial (cara penggunaan) PheT Simulation, perbanyak studi kasus
Validator 3	Link sumber belajar di perbanyak
Ahli Materi	
Validator 1	Materi sudah bagus, mungkin bisa ditambah materi materi lainnya, perbaiki kesalahan tata bahasa.
Validator 2	Perbaiki kesalahan Typo, LKPD sudah terarah mencakup materi
Validator 3	Kesalahan bahasa, banyak kata yang berulang, perbaiki daftar pustaka

Pembahasan

Berdasarkan hasil uji kelayakan Pengembangan e-modul pembelajaran berbasis TPACK dan PhEt Simulation pada materi listrik dinamis dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar masa pandemi dan pembelajaran daring masa sekarang ini. Penggunaan modul elektronik memudahkan siswa dalam mengakses materi secara mandiri. Siswa dapat memahami materi yang dilengkapi dengan penggunaan laboratorium virtual dan link informasi website lainnya yang diperlukan oleh siswa terhadap materi abstrak fisika yang sulit. Pembelajaran era pandemi mengalami perubahan yang signifikan dimana siswa harus dibelaki dengan kemampuan dalam penggunaan teknologi pendidikan sebagai akses dan alterntif bagi siswa dalam pembelajaran jarak jauh. Pengembangan modul ini menjadi alternafif bagi siswa dalam meningkatkan literasi teknologi dan memahami materi secara mandiri. Pembelajaran berbasis *Student centered* era pandemi dan reformasi digital saat ini menjadikan pembelajaran berbasis digital yang dikemas secara menarik dan menemukan sendiri berbagai sumber

belajar. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Susanti et al., 2020; Asyana & Arini, 2020; Afiana, 2017;), menyatakan bahwa pengembangan e-modul berbasis PhEt Simulation dapat memancing siswa dalam memahami materi serta lebih praktis dalam mengilustrasikan berbagai percobaan-percobaan secara virtual.

Hadirnya e-modul ini disebabkan karena beberapa temuan yang menjadi dasar pengembangan e-modul pembelajaran berbasis TPACK dan PhEt Simulation pada pembelajaran selama pandemi. pembelajaran jarak jauh yang terjadi selama ini mengalami berbagai kendala. Kendala yang pertama adalah tuntutan guru harus bisa beradaptasi dengan perkembangan teknologi pembelajaran virtual interaktif. Kedua, terbatasnya media pembelajaran siswa secara mandiri selama pemberlakuan Learning From Home berupa buku, laptop, hanphone, kuota. Ketiga, Inkonsistensi penggunaan modul konvensional dalam pembelajaran praktikum jarak jauh. Keempat, Kurangnya Alat, bahan, pendampingan siswa berkaitan dengan materi berbasis laboratorium. Kelima, Orientasi belajar pada tugas-tugas. Keenam, selama pemberlakuan pembelajaran jarak jauh guru lebih membatasi dan mengurangi jumlah konten materi terutama pada pembelajaran praktikum. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Asmuni, 2020) menyatakan bahwa pelaksanaan pembelajaran selama pandemi siswa dan guru mengalami berbagai problematik terutama lemahnya penguasaan teknologi dan pengawasan siswa terhadap penggunaan gadget dalam mengakses berbagai informasi, keterbatasan fasilitas penunjang dan media belajar siswa selama pandemi sehingga guru perlu mengembangkan berbagai media pembelajaran berbasis digital. Berdasarkan analisa materi, siswa mengalami kendala dalam memahami materi yang bersifat abstrak yang disajikan dalam buku pedoman dan modul konvensional. Salah satunya pada materi listrik dinamis. Materi listrik dinamis merupakan materi yang sulit dipahami secara langsung sehingga membutuhkan *High Order Thingking* dalam memecahkan berbagai jenis permasalahan dalam pembelajaran sehingga perlu pengembangan materi berbasis laboratorium virtual. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, sangat diperlukan pengembangan e-modul pembelajaran berbasis TPACK dan PhEt Simulation pada materi listrik dinamis yang diharapkan mampu mengarahkan keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran. Sejalan hasil penelitian yang dilakukan oleh Asyana & Arini (2020) menyatakan selama pandemi penggunaan e-modul berbasis PhET simulation dapat diajdikan sebagai alternatif solusi pembelajaran dalam mengoptimalkan pembelajar praktikum.

Pengembang e-modul pembelajaran berbasis TPACK dan PhET Simulation dilakukan dengan menentukan unsur-unsur dan karakteristik yang dibutuhkan. Tahapan ini dimulai dari penyusunan kata pengantar, daftar isi, perumusan pendahuluan, deskripsi kompetensi dasar dan kompetensi inti, penyusunan petunjuk modul dan pemetaan konsep, penetapan materi, tujuan, perangkat, kegiatan, serta metode evaluasi pembelajaran yang dirancang secara konseptual. proses pembuatan e-modul berbasis TPACK dan PhET Simulation dengan melakukan pengembangan terhadap komponen dan unsur-unsur dalam modul. Semua komponen dalam modul yang dikembangkan disatukan dalam *Software Flipbook Maker* menghasilkan satu prototipe e-modul pembelajaran yang diharapkan.

Analisis data hasil penilaian kelayakan Ahli Media dilakukan berdasarkan penilaian dua aspek instrumen kelayakan. Aspek tersebut yaitu aspek tampilan dan aspek pemograman. Rata rata skor kelayakan Ahli media pada aspek tampilan mendapat kriteria 3,6 (90%). Pada aspek kelayakan penyajian diperoleh rata-rata 3.5 (87,05%). Berdasarkan keseluruhan penilaian pada aspek materi mendapat rata rata penilaian ini berada pada kriteria yang layak ($2{,}5 \leq M \leq 3{,}5$) yaitu sebesar 3.55 (88,75%). Sehingga membuktikan bahwa e-modul yang dikembangkan termasuk dalam katagori layak digunakan tanpa revisi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Budiarti et al. (2021), dan Anggraeni (2018)

Copyright © 2023 The Author(s)

dengan hasil penelitian pengembangan e-modul memperoleh nilai kelayakan ahli Media dengan nilai yang valid.Validator ahli media memberikan beberapa saran berupa memperbanyak tampilan gambar dan menambah keterangan gambar untuk memudahkan siswa memahami maksud informasi gambar yang disampaikan, menyajikan tutorial tentang tata cara penggunaan aplikasi PhEt Simulation serta memperbanyak studi kasus untuk mengasah keterampilan penggunaan aplikasi tersebut.

Analisis data hasil penilaian kelayakan Ahli Materi dilakukan berdasarkan penilaian yang dilakukan pada tiga aspek instrumen kelayakan Materi. Aspek tersebut yaitu kelayakan isi materi, kelayakan penyajian, dan Bahasa. Rata rata skor kelayakan Ahli materi pada aspek kelayakan isi materi mendapat kriteria 3,48 (87,03%). Pada aspek kelayakan penyajian diperoleh rata-rata 3.41 (85,41%), pada aspek bahasa mendapat kriteria 3.38 (84,52%). Berdasarkan keseluruhan penilaian pada aspek materi mendapat rata rata penilaian ini berada pada kriteria yang layak ($2{,}5 \leq M \leq 3{,}5$) yaitu sebesar 3.41 (85,66%). Hasil analisis data digambarkan bahwa kelayakan e-modul pembelajaran berbasis TPACK dan PhEt Simulation pada materi listrik dinamis yang dikembangkan secara keseluruhan ditinjau dari dari aspek materi termasuk dalam katagori layak digunakan setelah dilakukan beberapa revisi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Eka Mardiati dkk (2021) memperoleh penilaian kelayakan materi pada katagori yang layak dan dapat digunakan dalam pembelajaran dikelas.

Berdasarkan hasil penilaian kelayakan Ahli Media dan Materi diatas dapat disimpulkan bahwa pengembangan e-modul berbasis TPACK dan PhEt Simulation ini dapat dijadikan alternatif solusi bahan ajar masa pandemi dan layak digunakan sebagai media pembelajaran era reformasi digital dalam pendidikan saat ini. Sebagaimana Kajian yang dilakukan oleh Ernawati & Susanti (2021), menyatakan bahwa e- modul IPA 2 berbasis TPACK layak digunakan dan dikembangkan dan sesuai dengan proses pembelajaran mata kuliah IPA 2 secara daring pada masa pandemi Covid-19. Pengembangan e-modul berbasis TPACK efektif digunakan dalam pembelajaran dan dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa (Huda, 2019). Pengembangan modul berbasis PhET simulation dapat meningkatkan motivasi siswa dan efektif dan praktis diterapkan dalam pembelajaran dan pemahaman konsep dasar fisika, PhEt simulation efektif membantu siswa memahami materi abstrak fisika dan tampilan e-modul yang menarik dapat meningkatkan motivasi belajar dirumah ataupun disekolah, siswa dapat mengakses sendiri dan belajar mengembangkan serta memperluas sumber-sumber belajar yang disediakan melalui link dalam e-modul yang telah dikembangkan (Nafaida et al, (2015), Mauzana & Astuti (2017), Rizaldi et al, (2020), Rizal et al (2020) Susanti et al (2020). Ada beberapa saran dari validator yang telah dilakukan perbaikan dalam pengembangan modul ini. komentar dan kritik juga didapatkan kepada validator sebagai masukan dalam revisi e-modul terutama pada kesalahan tata bahasa dan kesalahan penulisan istilah serapan bahasa asing, memperbanyak tampilan gambar dengan memperbesar tampilan gambar layout yang menarik dan menambah link sumber belajar.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada satu konsep materi yaitu Listrik Dinamis, ujicoba penggunaan modul ini juga pada skala terbatas, belum dilakukan pada skala besar dan tidak dilakukan sampai diseminasi.

Hasil penelitian ini dapat dikembangkan lagi pada tahapan pengujian evektifitas dan pengembangan lanjutan berupa penggunaan aplikasi PheT Simulation secara terintegrasi dalam e-modul sehingga simulasi dapat dilakukan tanpa memerlukan jaringan internet dan web, Penelitian selanjutnya dapat menambah materi lainnya dan studi kasus yang meningkatkan pemahaman proses sain siswa.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil desain e-modul pembelajaran IPA berbasis TPACK dan PheT Simulation sebagai alternatif bahan ajar masa pandemi covid-19 yang dikembangkan dalam penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Desain e-modul pembelajaran IPA berbasis TPACK dan PheT Simulation sebagai alternatif bahan ajar masa pandemi covid-19 pada materi listrik dinamis dilakukan melalui tiga tahapan proses yaitu tahapan pertama yaitu tahapan perencanaan (planning), tahapan yang kedua yaitu tahapan perancangan (Design) dan tahapan ketiga yaitu pengembangan (Development). Output dari penelitian ini berupa e-modul pembelajaran IPA.

Penilaian kelayakan terhadap pengembangan e-modul pembelajaran IPA berbasis TPACK dan PheT Simulation pada materi listrik dinamis dapat dikatagorikan dalam kiteria sangat layak ditinjau dari hasil validasi oleh ahli. Hasil Penilaian Ahli Media secara keseluruhan penilaian rata rata nilai kelayakan sebesar 3,55 dengan prosentase kelayakan 88,75%. Berdasarkan keseluruhan penilaian pada aspek Materi mendapat rata rata penilaian berada pada kriteria yang layak yaitu sebesar 3.42 (85,66%). Sehingga modul yang dikembangkan dinyatakan dapat dijadikan alternatif solusi bahan ajar masa pandemic covid 19 dan layak digunakan sebagai media pembelajaran masa new normal.

References

Afiana, E. . (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan simulasi Phet padaPokok Bahasan Teori Kinetik Gas di Ma. In Digital Repository Universitas Jember. http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/75992/Dian Pratiwi - 132310101064 -1.pdf?sequence=1

Anggraeni, D. P. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Integrasi Media Lokal dan Tpack untuk Meningkatkan Representational Fluency dan Nilai Karakter Siswa Sma. https://digilib.uns.ac.id/dokumen/58771/Pengembangan-Modul-Pembelajaran-Fisika-Berbasis-Integrasi-Media-Lokal-dan-Tpack-untuk-Meningkatkan-Representational-Fluency-dan-Nilai-Karakter-Siswa-Sma%0Ahttp://files/8012/Anggraeni - 2018 - Pengembangan Modul Pemb

Asmuni, A. (2020). Problematika Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19 dan Solusi Pemecahannya. Jurnal Paedagogy, 7(4), 281. https://doi.org/10.33394/jp.v7i4.2941

Asyana, V., & Arini, A. (2020). Optimalisasi Penggunaan E-Modul Dan Phet Simulation Sebagai Virtual Lab Di Masa Pandemi Covid-19. Komunikasi Fisika Indonesia, 17(3), 160. https://doi.org/10.31258/jkfi.17.3.160-165

Budiarti, M. indah eka, Faozun, I., Nalle, C. Y. A., & Yulianingsih, L. (2021). PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS Technological, Pedagogical, and Content Knowlodge (TPACK). JPB : Jurnal Patria Bahari, 1(2), 58–68. https://doi.org/10.54017/jpb.v1i2.23

Ernawati, T., & Susanti, S. (2021). E-Modul IPA 2 untuk Pembelajaran Mandiri di Masa Pandemi Covid-19 [Science Module 2 for Independent Learning During the Covid-19 Pandemic]. KoPeN: Konferensi Pendidikan Nasional, 3(1), 107–114. http://ejurnal.mercubuana-yogya.ac.id/index.php/Prosiding_KoPeN/article/view/1658

Handayani, L. (2020). Keuntungan, kendala, dan solusi pembelajaran online selama pandemi covid-19: studi ekploratif di SMPN 3 Bae Kudus. Journal Industrial Engineering & Management Research, 1(2), 16.

Hikmawati. (2019). Pengenalan Phet Simulations Sebagai Laboratorium Virtual Untuk Membantu Pemahaman Konsep Fisika Pada Peserta Didik SMAN1 Gerung. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–1699.

Copyright © 2023 The Author(s)

Huda, M. (2019). The problematic: Teachers' pedagogical ability in using technology on mathematics learning of junior high school. Journal of Physics: Conference Series, 1200(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1200/1/012009

Ismail, M. N., & Alexandro, R. (2021). Pemanfaatan Media Pembelajaran Online Di Saat Pandemi Covid-19. Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang, 12(1), 37–46. https://doi.org/10.37304/jikt.v12i1.112

Maulina, M. I., & Shofiyah, N. (2021). Pengembangan E-Modul Praktikum Untuk Meningkatkan Efisiensi Pembelajaran Jarak Jauh Pada Mata Kuliah Fisika Dasar Di Masa Pandemi. Prosiding "Ces" (Conference Of Elementary Studies), 236–245. http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/Pro/article/view/7878

Mauzana, S. R., & Astuti, D. (2017). Penerapan Pembelajaran Berbasis Simulasi PhET untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Inti pada Siswa SMA. Prosiding Semdi Unaya, November, 409–417. http://jurnal.abulyatama.ac.id/index.php/semdiunaya/article/view/224

Nafaida, R., Halim, A., & Rizal, S. (2015). Pengembangan Modul Berbasis Phet Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Motivasi Belajar Siswa Pada Materi Pembiasan Cahaya. Jurnal Pendidikan Sains Indonesia, 3(1), 181–185.

Natalia, D. P., Febriyana, M. M., Ustati, R. T., & Rahmawati, Y. (2021). Pengembangan E-Modul Praktikum Crocodile Physics Berbasis POE. Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika, 2(1), 38–47. https://doi.org/10.30998/sch.v2i1.4295

Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: SIMULASI INTERAKTIF DALAM PROSES PEMBELAJARAN FISIKA. Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 5(1), 10–14. https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103

Sari, D. P., & Simanjuntak, M. P. (2016). Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Media Phet Terhadap Hasil Belajar Siswa. INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika), 4(4). https://doi.org/10.24114/inpafi.v4i4.5631

Susanti, S. D., Taqwa, M. R. A., & Sulur, S. (2020). Pengembangan E-module Berbasis Discovery Learning Berbantuan PhET Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Mahasiswa. Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi, 6(2), 287–296. https://doi.org/10.29303/jpft.v6i2.2234

Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif, R and D. Bandung: Alfabeta.

---Halaman ini sengaja dikosongkan---