
UJI KELAYAKAN E-MODUL DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI SIGIL PADA MATERI FENOMENA KUANTUM KELAS XII SMA

Novriani Rahmah¹, Azizahwati², Muhammad Sahal³

¹Author Address; novrianirahmah99@gmail.com

¹²³Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau, Riau, Indonesia

Received: 29 Maret 2023

Revised: 01 April 2023

Accepted: 2 Mei 2023

Abstract: The research was conducted to obtain products in the form of e-modules with the E-PUB format which were made using the sigil application on quantum phenomena material for class XII SMA. E-module with sigil application supports text, images, audio and video. This e-module learns about black body radiation, photoelectric effect, Compton effect and x-ray. The research method adopted the Research and Development (R&D) method with the ADDIE model. The ADDIE model is divided into five stages, namely analysis, design, development, implementation and evaluation. This research was conducted from the analysis, design to development stages. The data source was obtained from the scores of the questionnaire assessment results in the form of a checklist filled in by 3 expert validators. There are 4 aspects of the assessment carried out by the validator, namely aspects of content feasibility, linguistic aspects, presentation aspects and graphical aspects. The data obtained shows that the content feasibility aspect gets a score of 3.55 getting a very high category, the linguistic aspect has a score of 3.49 getting a high category, the presentation aspect has a score of 3.66 getting a very high category, and the graphical aspect has a score of 3.33 getting high category. So that the total average score of all aspects is 3.51 with a very high category. The conclusion from this study is that the e-module using the sigil application on quantum phenomena material for class XII SMA is valid and feasible to carry out for further research, namely the field trial stage, namely the implementation stage.

Keyword : e-module, sigil application, physics, quantum, black body radiation, photoelectric effect, compton effect, x-rays

Abstrak: Penelitian dilakukan dengan tujuan memperoleh produk berbentuk e-modul dengan format E-PUB yang dibuat dengan menggunakan aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum kelas XII SMA. E-modul dengan aplikasi sigil mendukung teks, gambar, audio dan video. E-modul ini mempelajari tentang fenomena kuantum yang ada dalam KD 3.8 kurikulum 2013 revisi. Metode penelitian mengadopsi metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE. Model ADDIE terbagi dalam lima tahapan yaitu analysis, design, development, implementation, evaluation. Penelitian ini dilakukan dari tahap analisis, desain hingga tahap pengembangan. Sumber data didapatkan dari skor hasil penilaian kuesioner berbentuk checklist yang diisi oleh 3 validator pakar. Terdapat 4 aspek penilaian yang dilakukan oleh validator yaitu aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, aspek sajian dan aspek kegrafisan. Data yang diperoleh memperlihatkan bahwa aspek kelayakan isi memperoleh nilai 3,55 mendapatkan kategori sangat tinggi, aspek kebahasaan memiliki skor 3,49 mendapatkan kategori tinggi, aspek sajian memiliki skor 3,66 mendapatkan kategori sangat tinggi, dan aspek kegrafisan memiliki skor 3,33 mendapatkan kategori tinggi. Sehingga total skor rerata dari semua aspek adalah 3,51 memperoleh kategori sangat tinggi. Penelitian ini mendapatkan kesimpulan yaitu e-modul yang dihasilkan memakai aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum kelas XII SMA telah valid dan layak untuk dilaksanakan ke penelitian selanjutnya yakni tahap uji coba ke lapangan yaitu tahap implementasi.

Kata kunci: Aplikasi sigil, e-modul, fenomena kuantum, fisika

PENDAHULUAN

Pembukaan UUD 1945 pada alinea ke empat mencantumkan bahwa tujuan yang ingin dicapai bangsa Indonesia ialah mencerdaskan kehidupan bangsa. Upaya dalam mencapai cita-cita itu bisa dilaksanakan melalui pendidikan formal atau informal. Pendidikan bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia agar menjadi lebih baik. Sehingga pendidikan menjadi kebutuhan penting yang perlu dipenuhi oleh umat manusia. Oleh sebab itu dalam keadaan apapun suatu bangsa harus meningkatkan taraf pendidikan yang dimiliki oleh rakyatnya. Kemajuan pendidikan tidak lepas dari kemajuan teknologi informasi yang saat ini telah memasuki era digital. Era digital menuntut umat manusia untuk memiliki keterampilan untuk menerapkan teknologi dengan baik dalam kehidupan nyata termasuk di bidang Pendidikan.

Kegiatan belajar mengajar disekolah tidak lepas dari interaksi diantara guru dan peserta didik. Suatu kegiatan pembelajaran dapat dikatakan berjalan dengan baik dan efektif apabila hubungan interaksi tersebut dapat saling mendukung (Ariani, T, 2020). Guru sebagai salah satu komponen hubungan interaksi pada proses pembelajaran, bertugas membimbing dan mengarahkan siswa belajar dan bagaimana supaya mendapatkan hasil belajar yang maksimal (M. Sari et al., 2021). Dimana keberhasilan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran bukan hanya bergantung pada potensi diri yang dimilikinya namun perlu dukungan lingkungan proses pembelajaran. Sebagai fasilitator guru memiliki tanggung jawab untuk mampu memilih cara dan media pembelajaran yang cocok sehingga kegiatan belajar disekolah bisa terlaksana dengan baik (Ghiffary, 2019).

Ilmu fisika sangat penting untuk dipelajari kegiatan belajar di Sekolah. Pembelajaran fisika di lingkungan persekolahan perlu dilakukan dengan baik dan memperoleh perhatian lebih sehingga bisa menjadi landasan yang kokoh dalam perannya tersebut (Rahmini et al., 2017). Ilmu fisika berperan fundamental dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Fisika mempelajari bagian-bagian alam serta interaksinya. Ilmu fisika berkontribusi dalam memahami dan mengungkapkan misteri di alam semesta. Menurut Utami, (dalam Aththibby & Salim, 2015) pada tingkat bawah fisika mempelajari kejadian alam, memiliki logika yang bisa diterima akal karena berdasarkan pengalaman nyata, sedangkan ditingkat lanjut fisika dapat digunakan menjadi alat untuk memperkirakan fenomena alam yang akan terjadi. Penguasaan konsep IPA di sekolah untuk materi fisika tergolong lebih rendah jika dibandingkan dengan pelajaran kimia dan biologi. Hal ini berdasarkan pada hasil UNBK SMA tahun 2019 dimana fisika memperoleh nilai 46,47, kimia 50,99 dan biologi 50,61 (Nuraini et al., 2022).

Salah satu materi yang ada di fisika yang sulit apabila dijelaskan hanya melalui menggunakan teks dan gambar adalah materi fenomena kuantum yang ada pada KD 3.8 pada kelas XII SMA yang mempelajari tentang radiasi benda hitam, efek fotolistrik, efek Compton dan sinar-x. Materi fenomena kuantum sulit untuk diperagakan langsung karena keterbatasan alat dan memiliki tingkat bahaya apabila dipraktikkan di dalam kelas. Materi fenomena kuantum yang tersaji pada buku cetak sekolah bersifat abstrak dan hanya mampu menampilkan teks dan gambar. Sedangkan pembelajaran yang menarik dan berkesan lebih disukai oleh peserta didik sehingga mampu merangsang motivasi belajar (Karimatussalamah, 2018). Oleh sebab itu untuk memudahkan dalam memahami fenomena kuantum perlu dibuat dalam bentuk *e-modul* yang penyampaiannya berupa animasi-animasi, gambar serta video dan visualisasi yang relevan sehingga bisa menambah pengetahuan peserta didik.

E-Modul adalah bahan belajar yang digunakan secara mandiri, dibuat secara sistematis untuk mencapai tujuan pembelajaran dalam bentuk format elektronik, dapat diakses melalui perangkat elektronik dimana pada setiap materi terhubung melalui *link* navigasi yang berisi audio, video dan animasi untuk mempermudah pemahaman peserta didik dalam belajar (Satriawati, 2015). Penelitian bertujuan untuk memperoleh sebuah *e-modul* dalam format *e-pub* yang dibuat melalui aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum kelas XII SMA yang valid atau layak dipakai dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah untuk memperoleh peningkatan pemahaman peserta didik dalam mempelajari fenomena kuantum kelas XII SMA.

E-modul yang dibuat menggunakan aplikasi sigil mampu mendukung teks, gambar, audio dan video. Sehingga lebih memudahkan peserta didik dalam memahami materi fenomena kuantum secara mandiri. Dibandingkan dengan buku cetak yang hanya menampilkan teks dan gambar, sulit menjelaskan materi fenomena kuantum yang bersifat abstrak. Dengan adanya *e-modul* dengan menggunakan aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum ini, materi yang bersifat abstrak dapat dibuat menjadi lebih konkrit.

E-modul yang dibuat dalam penelitian ini memakai teori belajar konstruktivisme. Teori konstruktivisme merupakan teori yang memiliki sifat membangun dari segi kecakapan dan pengetahuan dalam kegiatan Pembelajaran (Suparlan, 2019). Teori belajar konstruktivisme memberi keleluasaan kepada orang yang mau belajar dan memperoleh ilmu pengetahuan melalui bantuan orang lain (Sugrah, 2019). Teori konstruktivisme menekankan bahwa pengetahuan yang kita dapatkan merupakan hasil dari ciptaan kita sendiri (Sukiman, 2008).

Konstruktivisme sebagai dasar pemikiran belajar memandang pengetahuan itu dibangun oleh orang secara perlahan-lahan, bukan hadir secara tiba-tiba dan hasilnya adalah konteks yang terbatas. Pengetahuan bukan hanya sebagai kumpulan kaidah, konsep dan fakta-fakta yang siap untuk dijadikan sumber dan dihafalkan. Untuk mendapatkannya sendiri melalui pengalaman dalam kehidupan nyata (Budyastuti & Fauziati, 2021).

E-modul yang dibuat dalam penelitian ini memakai pendekatan saintifik. Pendekatan *scientific learning* merupakan pendekatan yang pakai pada kegiatan belajar mengajar yang berdasarkan kegiatan ilmiah (Ghozali, 2017). Pendekatan ini meliputi kegiatan mengamati, bertanya, melakukan eksperimen, melakukan penalaran, mengkomunikasikan dan menciptakan yang diwujudkan melalui pengerjaan LKPD oleh peserta didik. Pendekatansaintifik sangat menekankan keterampilan proses yang erat kaitannya dengan kurikulum 2013 (Falziah et al., 2015).

E-modul dibuat melalui aplikasi sigil yaitu aplikasi pembuat e-modul dengan format e-pub. Aplikasi lain yang dapat digunakan untuk membuat e-modul ada beberapa seperti aplikasi *iSpring 3D Books* dan *Kvisoft Flipbook Maker*. Perbandingan aplikasi sigil, aplikasi *iSpring 3D Books* dan *Kvisoft Flipbook Maker* ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1. Perbandingan aplikasi sigil, iSpring 3D Books dan Kvisoft Flipbook Maker

Parameter	Aplikasi Sigil	iSpring Books	3D Kvisoft Flipbook Maker
Jenis Software	Freeware	Shareware	Freeware
Running test	Ringan	Ringan	Ringan
Kemudahan	Mudah	Mudah	Mudah
Support gambar	Ya	Ya	Ya
Support video dan audio	Ya	Tidak	Tidak
Support animasi	Ya	Tidak	Ya
Support Hyperlink	Ya	Tidak	Ya
Output	Ekstensi .epub	Ekstensi .swf	Ekstensi .swf

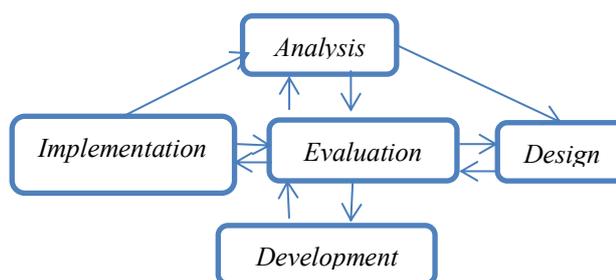
Sumber: (Amalia & Kustijono, 2017) dan (Sari, 2016)

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian berada di Laboratorium Pendidikan Fisika PMIPA FKIP Universitas Riau. Penelitian dilaksanakan dari Maret 2021 sampai dengan April 2023.

Penelitian mengadopsi metode *Research and Development* (R&D). Dick dan Carry (dalam Sugiyono, 2019) memakai kata ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) untuk penelitian dan pengembangan. Sugiyono (2019) mengungkapkan metode *Research and Development* merupakan cara ilmiah untuk melaksanakan penelitian, mendesain produk, memproduksi produk serta menguji validitasnya. *E-modul* dengan aplikasi Sigil pada materi fenomena kuantum XII SMA dihasilkan dalam penelitian ini.

Metode pengembangan model ADDIE ditunjukkan melalui Gambar 1.



Gambar 1. Model ADDIE
Sumber : (Tegeh & Kirna, 2013)

Pendekatan ini dipilih berdasarkan tujuan penelitian yakni untuk memperoleh *e-modul* dengan format e-pub yang dibuat melalui aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum kelas XII SMA. Pada penelitian ini model ADDIE yang dilaksanakan yaitu tahap analisis, desain dan pengembangan (*development*) dengan menghasilkan *e-modul* dan melakukan validasi *e-modul* tersebut.

1. Analisis

Tahap analisis yang dilakukan yaitu analisis kebutuhan dan analisis tugas yang dihadapi di sekolah dalam proses pembelajaran fisika fenomena kuantum. Analisis kebutuhan dilakukan melalui studi literatur dengan menelaah beberapa artikel yang berkaitan dengan fisika fenomena kuantum tentang radiasi benda hitam, efek fotolistrik, efek compton dan sinar-x. Sedangkan analisis tugas dilakukan dengan menelaah materi dan konsep yang dipelajari pada fenomena kuantum pada KD 3.8 Kurikulum 2013 revisi.

2. Desain

Tahap desain yaitu melakukan perancangan *e-modul* yang akan dibuat, membuat *storyboard*, membuat materi dan video pembelajaran yang disesuaikan dengan silabus K13 revisi materi fenomena kuantum kelas XII SMA.

3. Pengembangan

Tahap pengembangan dilakukan dengan merealisasikan hasil desain pada tahap kedua menghasilkan bentuk akhir dari *e-modul* dengan menggunakan aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum kelas XII SMA melalui perbaikan berdasarkan masukan validator pakar.

Alat ukur yang dipakai dalam penelitian disebut sebagai instrumen penelitian (Sugiyono, 2019). Kuesioner atau angket dalam bentuk checklist dijadikan instrument penelitian dalam penelitian ini. Kuesioner merupakan cara mengumpulkan data dengan memberikan pernyataan atau pertanyaan tertulis kepada responden (Sugiyono, 2019). Teknik mengumpulkan data dilaksanakan dengan mengisi kuesioner berbentuk *checklist* oleh validator bersamaan dengan *e-modul* yang telah dibuat supaya dapat di nilai. Lembar validasi memiliki 4 aspek yang dinilai yaitu aspek kelayakan isi, kebahasaan, sajian dan kegrafisan. Dimana dari 4 aspek tersebut terdapat 19 poin yang akan dinilai.

Data yang diperoleh dari lembar validasi dinyatakan dalam bentuk skala likert dengan 4 kriteria penilaian yang menyatakan tingkat kelayakan terhadap indikator uji yang diberikan yang dapat dilihat dari tabel 2.

Tabel 2. Skala likert 4 kriteria

No	Nilai	Keterangan
1	1	Sangat tidak setuju
2	2	Tidak setuju
3	3	Setuju
4	4	Sangat setuju

Sumber: (Taluke et al., 2019)

Data yang telah diperoleh saat validasi dilakukan analisis deskriptif skor rata-rata dari setiap indikator hasil penelitian validator untuk menentukan tingkat kelayakan *e-modul*. *E-modul* akan dinyatakan valid apabila rata-rata skor mendapatkan nilai minimal 3. Perumusannya dilakukan seperti di bawah ini:

$$\frac{\sum \text{Jawaban Kuesioner}}{\sum \text{pertanyaan} \times \sum \text{Responden}} = \text{Skor rata - rata} \quad (1)$$

(Umar, 2011)

Tingkat kelayakan *e-modul* dengan menggunakan aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum kelas XII SMA dapat dilihat dari tabel 3.

Tabel 3. Kategori validitas

Nilai Validitas	Kategori
$3,50 \leq x \leq 4,00$	Sangat Baik
$3,00 \leq x < 3,50$	Baik
$2,00 \leq x < 3,00$	Cukup Baik

(Dewi et al., 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memperoleh hasil berupa *e-modul* dengan format e-pub yang dibuat menggunakan aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum kelas XII SMA. Penelitian dilakukan dengan 3 tahapan yaitu analisis, *design* (perancangan) dan *development* (pengembangan). Kegiatan yang dilaksanakan ditahap analisis berupa analisis kebutuhan peserta didik, analisis tugas yang terdiri dari silabus, dan Kompetensi dasar (KD), dan analisis konsep.

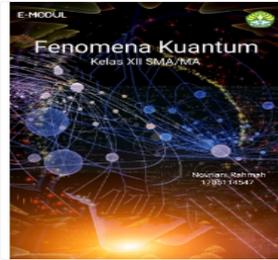
Tahap analisis kebutuhan diperoleh dalam penelitian Nuraini (2022) penguasaan konsep IPA yang memiliki nilai rata-rata ujian nasional SMA tahun 2019 untuk matapelajaran fisika mendapat nilai yang lebih rendah jika dilihat dari mata pelajaran biologi dan kimia. Sehingga dibutuhkan sebuah media untuk membantu peserta didik untuk bisa memahami materi fisika. Materi fisika fenomena kuantum bersifat abstrak dan sulit untuk dipraktikkan langsung di dalam kelas. Penelitian yang dilaksanakan oleh Umaida (Zulkarnain et al., 2015) materi yang bersifat abstrak akan berpotensi membuat peserta didik mengalami kesulitan dan memperoleh pemahaman konsep yang salah. *E-modul* yang dibuat dengan menggunakan aplikasi sigil bisa di akses melalui android, laptop dan komputer dengan bantuan aplikasi pembuka file format E-PUB seperti *Readium dan Lhitium*. Penelitian yang dilakukan Rofiyadi dan Lestari Handayani (2021) *mengungkapkan E-modul* interaktif berbasis android dapat diakses kapan dan dimana saja bisa melalui *online* maupun *offline* serta lebih fleksibel penggunaanya. Sedangkan pada analisis tugas, peneliti menyesuaikan *e-modul* fenomena kuantum kelas XII SMA yang dikembangkan berdasarkan kurikulum 2013 revisi.

Tahap kedua yaitu tahap desain dilakukan setelah tahap analisis. Berikut langkah-langkah yang dilakukan saat tahap desain.

1. Menetapkan judul *e-modul* yaitu *e-modul* fenomena kuantum kelas XII SMA
2. Merumuskan dan mengembangkan garis besar materi fenomena kuantum kelas XII SMA berdasarkan pendekatan *saintific*
3. Pembuatan LKPD untuk setiap pertemuan
4. Merumuskan soal kuis dan evaluasi
5. Menetapkan desain tampilan *e-modul* dengan menggunakan aplikasi sigil
6. Merumuskan dan mengembangkan kerangka *e-modul*

Tahap ketiga adalah tahap pengembangan yang dilaksanakan untuk merealisasikan tahapan desain yang telah dibuat. Berikut adalah tampilan *e-modul* fenomena kuantum kelas XII SMA.

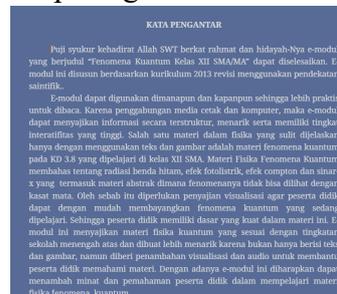
1. Cover *e-modul* ditunjukkan pada gambar 2.



Fenomena Kuantum Kel...
Novriani Rahmah

Gambar 2. Cover *e-modul* fisika fenomena kuantum

2. Kata pengantar *e-modul* ditunjukkan pada gambar 3.



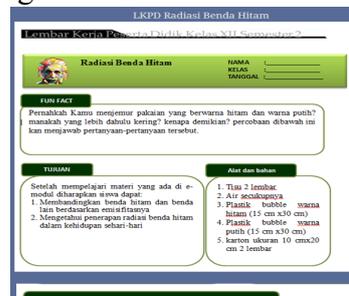
Gambar 3. Kata pengantar

3. Peta konsep *e-modul* ditampilkan pada gambar 4.



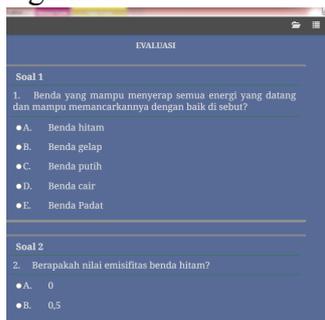
Gambar 4. Peta konsep

4. LKPD *e-modul* ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. LKPD

5. Evaluasi *e-modul* ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Evaluasi

E-modul ini memuat kata pengantar, daftar Isi, kompetensi, Peta Konsep, Materi Radiasi Benda Hitam, LKPD Radiasi Benda Hitam, Materi Efek Fotolistrik, LKPD Efek Fotolistrik, Materi Efek Compton, LKPD Efek Compton, Materi Sinar-x, LKPD Sinar-x, rangkuman materi, soal evaluasi dengan kunci jawabannya serta daftar pustaka.

E-modul dengan menggunakan aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum yang sudah dibuat dilaksanakan uji validitas untuk mengetahui tingkat validitas *e-modul*. Uji validitas dilaksanakan dengan melihat empat aspek yang terdiri dari aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, aspek sajian dan aspek kegrafisan dimana dari ke empat aspek terdapat 19 komponen yang dinilai.

Validitas dilakukan sebanyak dua kali oleh validator pakar, validasi dilakukan dengan memberikan *e-modul* kepada validator dan menginstal aplikasi readium di komputer atau laptop dan aplikasi lithium di android. Validasi tahap pertama diperoleh saran perbaikan dari tim validator pakar sehingga *e-modul* perlu dilakukan beberapa perbaikan sesuai dengan saran validator tersebut. Setelah perbaikan selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah validasi tahap kedua.

Tahapan Validasi kedua dilaksanakan dengan cara memberikan *e-modul* yang sudah dilakukan perbaikan dan kuesioner yang sama kepada tim validator pakar. Skor penilaian tahap kedua dapat dilihat dari table 4.

Tabel 4. Nilai dalam setiap aspek pada validasi tahap kedua

No	Komponen	Rerata	Kategori
Aspek Kelayakan Isi			
1	Kesesuaian dengan SK, KD	3,66	SB
2	Kesesuaian dengan kebutuhan siswa	3,33	B
3	Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar	3,33	B

4	Kebenaran substansi materi	4	SB
5	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan	3	B
6	Kesesuaian dengan nilai-nilai, moralitas dan sosial	4	SB
	Jumlah rata-rata	3,55	SB
Aspek Kebahasaan			
7	Keterbacaan	3,33	B
8	Kejelasan informasi	4	SB
9	Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia	3	B
10	Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien	3,66	SB
	Jumlah rata-rata	3,49	B
Aspek Sajian			
11	Kejelasan tujuan	3,33	B
12	Urutan penyajian	4	SB
13	Pemberian motivasi	4	SB
14	Interaktifitas	3,33	B
15	Kelengkapan Informasi	3,66	SB
	Jumlah rata-rata	3,66	SB
Aspek Kegrafisan			
16	Penggunaan font	3,33	B
17	Lay out, tata letak	3,33	B
18	Ilustrasi, gambar, video	3,33	B
19	Desaian tampilan	3,33	B
	Rerata	3,33	B
	Jumlah Skor Keseluruhan	3,51	SB

Ket: SB = Sangat Baik

B= Baik

Tabel 4. menunjukkan hasil penilaian validasi kedua. Aspek kelayakan isi mendapatkan skor 3,55 dan memiliki kategori sangat tinggi yang menandakan bahwa dari segi kelayakan isi sudah valid. Terdapat 6 komponen yang dinilai pada aspek kelayakan isi dimana setiap komponen tidak ada yang mendapat skor di bawah 3.

Aspek kebahasaan mendapatkan skor 3,49 dan memiliki kategori tinggi yang menandakan bahwa dari aspek kebahasaan sudah valid. Terdapat komponen yang dinilai pada aspek kebahasaan dimana setiap komponen tidak ada yang mendapat skor di bawah 3.

Aspek Sajian mendapatkan skor 3,66 dan memiliki kategori sangat tinggi yang menandakan bahwa dari aspek sudah valid. Terdapat 5 komponen yang dinilai pada aspek sajian dimana setiap komponen tidak ada yang mendapat skor di bawah 3.

Aspek kegrafisan mendapatkan skor 3,33 dan memiliki kategori tinggi yang menandakan bahwa dari aspek kegrafisan sudah valid. Terdapat 4 komponen yang dinilai pada aspek kegrafisan dimana setiap komponen tidak ada yang mendapat skor di bawah 3.

Jumlah skor rata-rata keseluruhan yang didapatkan dari hasil validasi tahap kedua yaitu 3,51 dengan kategori sangat tinggi sehingga e-modul dengan menggunakan aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum kelas XII SMA dinyatakan valid dan layak untuk dilaksanakan penelitian ketahap selanjutnya dengan melakukan ujicoba produk ke sekolah.

E-modul fenomena kuantum kelas XII SMA dikembangkan agar memudahkan peserta didik dalam memahami teori fisika fenomena kuantum yang memperelajari tentang materi radiasi benda hitam, materi efek fotolistrik, materi efek compton dan materi sinar-x. Meskipun menurut Serway dan Vuille (2012) teori dalam fisika bersifat sementara, tidak ada teori yang hingga saat ini memberikan deskripsi lengkap tentang semua fenomena fisik, bahkan dalam subdisiplin fisika tertentu masih dapat terjadi perubahan.

E-modul fenomena kuantum kelas XII SMA memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya yakni *e-modul* bisa digunakan kapan saja dan dimana saja menggunakan smartphone yang rata-rata telah dimiliki siswa di era teknologi ini (Laili et al., 2019). secara *offline* sehingga tidak memerlukan akses internet. *E-modul* ini bisa dipakai secara mandiri jadi dapat digunakan pada saat pembelajaran daring maupun luring. *E-modul* fenomena kuantum kelas XII SMA ini mampu menjelaskan materi radiasi benda hitam, efek fotolistrik, efek compton dan sinar-x yang abstrak menjadi konkrit. *E-modul* fenomena kuantum kelas XII SMA yang dibuat melalui aplikasi sigil tidak perlu dilakukan *zoom-in* dan *zoom-out* karena ukurannya selalu menyesuaikan ukuran layar laptop atau Android yang dipakai. Kelemahan *e-modul* ini format e-modul dalam bentuk epub memerlukan aplikasi tambahan untuk mengaksesnya (Jannah et al., 2022). Ukuran file yang lumayan besar yakni 68 MB sehingga dibutuhkan ruang penyimpanan yang cukup banyak. Untuk mengoperasikan *e-modul* ini dapat menggunakan Laptop, Android dan komputer sehingga guru dan peserta didik harus memiliki salah satu dari laptop, Android dan komputer.

SIMPULAN DAN SARAN

E-modul fenomena kuantum kelas XII SMA yang dikembangkan telah valid sesuai hasil validasi yang dilakukan oleh validator pakar baik dari aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, aspek sajian dan aspek kegrafisan. Rentang nilai yang digunakan dalam validasi ini dari 1 sampai 4. Apabila skor yang diperoleh ≥ 1 dan < 2 maka memperoleh kategori tidak baik

yang artinya e-modul tidak valid, selanjutnya skor yang diperoleh ≥ 2 dan < 3 maka memperoleh kategori cukup baik yang artinya e-modul tidak valid, apabila skor yang diperoleh ≥ 3 dan $< 3,5$ maka memperoleh kategori baik yang artinya e-modul valid, jika skor yang diperoleh $\geq 3,5$ dan ≤ 4 maka memperoleh kategori sangat baik yang artinya e-modul valid. Berdasarkan hasil validasi aspek kelayakan isi memperoleh skor 3,5, aspek kebahasaan memperoleh skor 3,49, aspek sajian memperoleh skor 3,66 dan aspek kegrafisan memperoleh skor 3,33. Tidak terdapat skor yang berada dibawah 3 sehingga e-modul dengan menggunakan aplikasi sigil pada materi fenomena kuantum valid dan layak dilakukan penelitian selanjutnya dengan mengujicobakan produk ke lapangan persekolahan.

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan agar bisa melanjutkan penelitian dengan menerapkan media pada uji skala kecil maupun skala besar ke sekolah dalam proses pembelajaran sehingga produk layak digunakan di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, F., & Kustijono, D. R. (2017). Efektifitas penggunaan E-Book dengan Sigil untuk melatih kemampuan berpikir kritis. *Seminar Nasional Fisika (SNF) 2017*, 81–85.
- Ariani, T. (2020). Analysis of Students' Critical Thinking Skills in Physics Problems. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 3(1), 1-17.
- Aththibby, A. R., & Salim, M. B. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Animasi Flash Topik Bahasan Usaha Dan Energi. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(2), 25–33.
- Budyastuti, Y., & Fauziati, E. (2021). Penerapan Teori Konstruktivisme pada Pembelajaran Daring Interaktif. *Jurnal Papeda*, 3(2), 112–119.
- Dewi, Rr. V. K., Sunarsi, D., & Akbar, I. R. (2020). Dampak Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi Terhadap Minat Belajar Siswa di SMK Ganesa Satria Depok. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 6(4), 1001–1007.
- Falziah, Natalina, M., & Arnentis. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berorientasi Pendekatan Sainifik pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan di Kelas XII SMA. *Jurnal Online Mahasiswa*, 2(1), 1–11.
- Ghiffary, M. A. (2019). Keefektifan Game Kuis Tts Pintar Sebagai Media Pembelajaran Mata Pelajaran Ipa Terpadu Di Smp Islam Cahaya Insani Semarang [Skripsi]. Universitas Negeri Semarang.
- Ghozali, I. (2017). Pendekatan Scientific Learning dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa. *Jurnal Pedagogik*, 04(01), 1–13.

- Jannah, J., Kaspul, K., & Utami, N. H. (2022). Kepraktisan Modul Elektronik Menggunakan Aplikasi Sigil Berorientasi Pendekatan Saintifik Materi Perubahan Lingkungan Kelas X Jenjang Sekolah Menengah Atas. *JURNAL AI-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 7(3), 155. <https://doi.org/10.36722/sst.v7i3.1091>
- Karimatussalamah, S. (2018). Pengembangan Modul IPA untuk Materi Mendeskripsikan Struktur Bumi Siswa Kelas V [Artikel Skripsi]. In *Artikel Skripsi Universitas Nusantara PGRI Kediri*. Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Laili, I., Ganefri, & Usmeldi. (2019). Efektivitas Pengembangan E-modul Project Based Learning pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315.
- Nuraini, E., Budi Susila, A., & Sunaryo. (2022). Pengembangan E-modul Fisika Berbasis CMS Wordpress pada Materi Konsep dan Fenomena Kuantum SMA Kelas XII. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (e-Journal) SNF2022*, 10(1), 1–6. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2022>
- Rahmini, Y., Anaperta, M., & Yanti, I. R. (2017). Pengaruh Penerapan Teka Teki Silang Dalam Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI MIPA SMA NEGERI 14 Padang. *Education and Science Physics Journal E-ISSN*, 3(2), 75–86. <http://ejournal.stkip-pgri-sumbar.ac.id/index.php/JRFES>
- Rofiyadi, Y. A., & Lestari Handayani, S. (2021). Pengembangan Aplikasi E-Modul Interaktif Berbasis Android Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 6(2), 54–60.
- Sari, M., Amin, A., & Arini, W. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Fisika Berbasis Scientific pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 3(1), 15–28. <https://doi.org/10.31540/sjipif.v3i1.1045>
- Sari, S. A. (2016). Pengembangan Buku Digital Melalui Aplikasi Sigil Pada Mata Kuliah Cookies Dan Candys. *Jurnal Science Tech*, 1(2), 46–54.
- Satriawati, H. (2015). *Pengembangan E-modul Interaktif sebagai Sumber Belajar Elektronika Dasar Kelas X SMKN 3 Yogyakarta* [Skripsi]. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Serway, R. A., & Vuille, C. (2012). *College Physics* (Ninth Edition). Charles Hartford.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D* (9th ed.). Alfabeta.
- Sugrah, N. (2019). Implementasi Teori Belajar Konstruktivisme dalam Pembelajaran Sains. *Humanika*, 19(2), 121–138.
- Sukiman. (2008). Teori Pembelajaran dalam Pandangan Konstruktivisme dan Pendidikan Islam. *Kependidikan Islam*, 3(1), 59–70.
- Suparlan. (2019). TEORI KONSTRUKTIVISME DALAM PEMBELAJARAN. *Jurnal Keislaman Dan Ilmu Pendidikan*, 1(2), 79–88. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/islamika>

- Taluke, D., Lakat, R. S. M., & Sembel, A. (2019). Analisis Preferensi Masyarakat Dalam Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Pesisir Pantai Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Spasial*, 6(2), 531–540.
- Tegeh, I. M., & Kirna, I. M. (2013). Pengembangan Bahan Ajar Metode Penelitian dengan ADDIE Model. *Jurnal IKA*, 11(1), 12–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/ika.v11i1.1145>
- Umar, H. (2011). *Metode Penelitian untuk Skripsi dan Tesis Bisnis*.
- Zulkarnain, A., Kadaritna, N., & Tania, L. (2015). Pengembangan E-Modul Teori Atom Mekanika Kuantum Berbasis Web Dengan Pendekatan Saintifik. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 4(1), 222–235.