

PENGEMBANGAN E-MODUL GELOMBANG DALAM MEMFASILITASI KESIAPSIAGAAN BENCANA GEMPA BUMI SISWA SMA

Subhan Hidayatullah*, Rudi Haryadi, Yudi Guntara

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

email: 2280210032@untirta.ac.id

ABSTRAK

Gempa bumi adalah salah satu bencana alam yang dapat menimbulkan kerusakan serius pada bangunan dan alam. Oleh karena itu diperlukan pengintegrasian terhadap materi pembelajaran di sekolah agar siswa-siswa mengetahui dan memahami kesiapsiagaan bencana gempa bumi. Disamping itu gelombang mekanik merupakan salah satu materi pembelajaran fisika yang tergolong cukup sulit dikarenakan kurangnya bahan ajar yang dapat membahas dengan kontekstual. Hal ini selaras antara bencana gempa bumi yang disebabkan pula oleh gelombang. Oleh karena itu dibuatnya e-modul gelombang yang memfasilitasi kesiapsiagaan bencana siswa yang dapat dibuka kapan saja dan dimana saja. Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk memperoleh data kelayakan dan kevalidan bahan ajar serta mengetahui respon peserta didik pada bahan ajar e-modul gelombang dalam memfasilitasi kesiapsiagaan bencana gempa bumi siswa SMA. Data hasil validasi instrumen yang didapat yaitu sebesar 93.33% untuk kelayakan materi dan 91.74% untuk kelayakan media. Sedangkan uji coba terbatas yang dilakukan kepada siswa didapatkan nilai rata-rata sebesar 92.5%.

Kata kunci : E-modul, gelombang, gempa bumi, kesiapsiagaan

ABSTRACT

Earthquake is one of the natural disasters that can cause serious damage to buildings and nature. Therefore, integration of learning materials in schools is needed so that students know and understand earthquake disaster preparedness. In addition, mechanical waves are one of the physics learning materials that are quite difficult due to the lack of teaching materials that can discuss contextually. This is in line with earthquake disasters which are also caused by waves. Therefore, an e-module wave was created that facilitates student disaster preparedness that can be opened anytime and anywhere. This research and development aims to obtain data on the feasibility and validity of teaching materials and to determine the response of students to the wave e-module teaching material in facilitating high school students' earthquake disaster preparedness. The data from the validation of the instrument obtained were 93.33% for the feasibility of the material and 91.74% for the feasibility of the media. While the limited trial conducted on students obtained an average value of 92.5%.

Keywords: *Earthquake , e-module, preparedness, wave*

1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng, yaitu Lempeng Indo-Australia di Selatan, Lempeng Euro-Asia di Utara, dan lempeng Pasifik di Timur. Di sekitar zona subduksi, sabuk magmatik membentang sepanjang Sumatera, selatan Jawa, dan Nusa Tenggara hingga Banda. Barisan pegunungan ini membentuk cincin pegunungan vulkanik yang mengelilingi Indonesia yang disebut *ring of fire*. Sekitar kurang lebih 500 gunung api tersebar di seluruh penjuru Indonesia, 129 diantaranya aktif. Oleh karena itu, Indonesia memiliki ancaman berupa bencana yang signifikan akibat letusan gunung berapi dan perseverant lempeng yang dapat memicu

bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami (Noor, 2014).

Salah satu daerah rawan bencana di Indonesia adalah Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Secara geografis Kecamatan Bayah terletak di sebelah barat Pulau Jawa, terletak antara 6°13' - 6°23' Lintang Selatan dan 105°53' - 106°04' Bujur Timur. Secara geologis, Kecamatan Bayah merupakan daerah yang termasuk ke dalam Kubah Bayah atau *Bayah Dome*. Kecamatan Bayah terletak di wilayah patahan gempa Samudra Hindia terdapat pertemuan antar Lempeng Indo-Australia di bagian selatan yang bergerak menekan Lempeng Eurasia di bagian utara dan adanya Lempeng Pasifik di bagian timur.

Pada 25 Februari 2024 terjadi gempa tektonik sebesar 5,7 SR di Kecamatan Bayah. Episenter gempa bumi terletak pada koordinat 7,63° Lintang Selatan ; 10574 Bujur Timur, tepatnya berlokasi di laut pada jarak 96 kilometer arah Barat Daya Bayah, Banten pada kedalaman 43 kilometer. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mencatat terdapat total 39 gempa susulan setelah gempa magnitudo 5,7 mengguncang Kecamatan Bayah yang terjadi hingga 26 Februari 2024.

SMA Negeri 1 Bayah merupakan salah satu sekolah di Kecamatan Bayah yang berada di kawasan rawan bencana gempa bumi. Berdasarkan informasi yang diperoleh bahwa letak sekolah berjarak 50 meter dari bibir pantai. Sehingga perlunya pengetahuan dan kesiapan peserta didik dalam menghadapi bencana gempa bumi. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terhadap guru di SMAN 1 Bayah, siswa kurang memahami materi gelombang dikarenakan materi cukup sulit dipahami dan belum adanya bahan ajar yang sesuai yang dapat mudah dipahami oleh siswa. Terbukti dari semua materi di fisika kelas 11, materi gelombang cenderung mendapat nilai paling rendah.

Dalam hal ini, fisika menjadi pelajaran yang relevan dengan bencana alam gempa bumi karena dapat dijelaskan secara kontekstual. Penanggulangan bencana yang baik harus terintegrasi ke dalam sektor pendidikan, karena pendidikan menjadi salah satu faktor penentu dalam kegiatan pengurangan risiko bencana (Fahyumi Rahman, 2018). Selain itu, pengintegrasian bencana gempa bumi ke dalam pelajaran fisika harus ditunjang dengan model dan bahan ajar yang mudah dipahami agar tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Bahan ajar berbasis digital merupakan bahan ajar yang relevan di era teknologi saat ini. Penggunaan bahan ajar digital mampu memberikan pengetahuan lebih bagi siswa ataupun guru karena desain materi pembelajaran yang dikemas dengan teknologi. Lilis (2019), menyatakan bahwa bahan ajar digital diharap dapat menarik perhatian siswa, membantu siswa belajar mandiri, meningkatkan kompetensi siswa, dan dapat meringankan beban siswa karena tidak perlu membawanya dalam bentuk cetak. E-

modul merupakan salah satu bahan ajar non cetak berbasis digital yang dapat membantu guru dalam proses pembelajaran dan dapat mengembangkan keterampilan peserta didik.

Modul adalah suatu perangkat pembelajaran yang disusun secara sistematis dalam bentuk tertulis atau cetak yang memuat materi pembelajaran, metode, tujuan pembelajaran berdasarkan kompetensi dasar atau indikator pencapaian kompetensi, panduan kegiatan belajar mandiri (*self introductional*) dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggunakan soal latihan yang disajikan dalam modul (Haristah et al., 2019). Di sisi lain menurut (Simarmata, 2017), modul dirancang untuk membantu siswa mencapai tujuan tertentu dengan mengorganisasikan konten pembelajaran yang dipersonalisasi untuk memaksimalkan kemampuan intelektual siswa. Selain itu, modul-modulnya secara spesifik dan eksplisit disesuaikan dengan kecepatan pemahaman setiap siswa, sehingga mendorong siswa untuk belajar sesuai dengan kemampuannya masing-masing (Mantofani, 2023).

Menurut Prastowo (2015), untuk membuat modul yang baik sekurang-kurangnya harus memiliki beberapa komponen modul yang terdiri atas bagian pembuka yaitu judul, daftar isi, peta informasi dan daftar tujuan kompetensi, bagian isi yaitu tinjauan materi, hubungan dengan materi lain, uraian materi, penugasan dan rangkuman, dan bagian penutup yaitu glosarium, tes akhir dan daftar pustaka.

Menurut Rinsiyah (2016), penggunaan modul pada saat pembelajaran mendorong peserta didik untuk berperan tidak hanya sebagai pendengar materi saja mereka juga terlibat aktif dalam proses pengembangan konsep. Lebih lanjut Brigenta dkk (2017) mengemukakan bahwa modul pembelajaran meningkatkan pemahaman siswa, menyajikan data yang menarik dan valid, memudahkan interpretasi data, dan memadatkan informasi untuk meningkatkan pemahaman konsep dasar.

Modul elektronik adalah suatu bentuk penyajian bahan belajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam unit pembelajaran tertentu yang disajikan secara elektronik, dimana setiap kegiatan pembelajaran dihubungkan dengan link tautan sebagai navigasi yang membantu siswa menjadi lebih

banyak berinteraksi dengan program, yang dilengkapi dengan penyajian video pembelajaran, animasi dan suara untuk memperkaya pengalaman belajar, sehingga membantu siswa lebih (Najuah et al., 2020).

Selain itu, modul elektornik (e-modul) juga merupakan pengembangan e-modul cetak dalam bentuk digital yang banyak mengadaptasi dari e-modul cetak (Hidayati Azkiya et al., 2022). E-modul ini merupakan salah satu media yang efektif, efisien, dan mengutamakan kemandirian siswa (Kuncahyono, 2018).

Beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fourilla & Fauzi (2021), menyatakan bahwa e-modul fisika memberikan pengalaman belajar mandiri yang baik untuk peserta didik, juga mampu menarik perhatian belajar peserta didik sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan melalui tata letak, foto, dan video pembelajaran yang mendukung pemaparan materi. Selaras dengan penelitian Yanti & Fauzi (2022), yang menyatakan bahwa penggunaan bahan ajar digital *e-book* terintergrasi materi gempa bumi berbasis model *problem based learning* efektif meningkatkan kompetensi sikap tanggap peserta didik terhadap bencana gempa bumi dalam proses pembelajaran fisika dengan hasil kategori yang sangat baik.

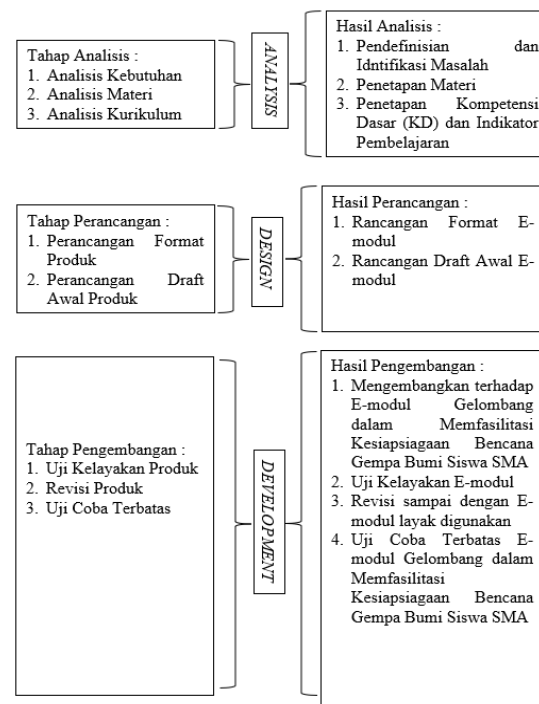
Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dikembangkan sebuah e-modul gelombang dalam memfasilitasi kesiapsiagaan bencana gempa bumi. Pengembangan dilakukan dengan mengintegrasikan mitigasi bencana gempa bumi ke dalam materi fisika yaitu gelombang. Pengintegrasian ini diharapkan dapat memfasilitasi peserta didik dalam memahami materi gelombang sekaligus menambah pengetahuan terkait bencana alam gempa bumi dan mitigasinya sebagai upaya untuk mengurangi risiko bencana yang akan datang. Sehingga, dalam penelitian ini dikembangkan E-modul Gelombang dalam Memfasilitasi Kesiapsiagaan Bencana Gempa Bumi Siswa SMA.

2. METODE PENELITIAN

Pelitan ini merupakan jenis penelitian pengembangan atau *research and development* (R&D). Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengembangan e-modul

gelombang dalam memfasilitasi kesiapsiagaan bencana gempa bumi siswa SMA. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menghasilkan produk serta mengetahui tingkat kelayakan produk yang dikembangkan.

Pengembangan e-modul gelombang dalam memfasilitasi kesiapsiagaan bencana gempa bumi siswa SMA ini mengadaptasi model penelitian pengembangan ADDIE. Model ini mempunyai lima tahapan diantaranya yaitu analisis (*analysis*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*) dan evaluasi (*evaluation*)(Pujiastuti & Haryadi, 2022). Adapun dalam penelitian ini tahapan ADDIE yang digunakan sampai dengan tahap pengembangan (*development*).



Gambar 1. Gambaran Metode Penelitian

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari 4 tahapan diantaranya wawancara, observasi, angket, dan dokumentasi. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi langsung secara lisan melalui informasi yang disampaikan oleh narasumber yaitu Guru Fisika di SMAN 1 Bayah berkaitan dengan kurikulum, bahan ajar dan kesulitan dalam pembelajaran fisika. Jenis wawancara yang dilakukan yaitu wawancara tidak terstruktur. Informasi yang diperoleh digunakan untuk analisis kebutuhan yang

merupakan tahap dari penelitian pengembangan.

Observasi dilakukan untuk memperoleh data mengenai kondisi peserta didik dan kondisi pembelajaran fisika di kelas. Selain itu observasi juga dilakukan untuk mengetahui lokasi sekolah yang berada di wilayah rawan bencana gempa bumi. Peneliti menggunakan angket untuk mengumpulkan data yang dilakukan dengan beberapa pertanyaan tertulis kepada responden agar peneliti mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan. Lembar angket yang digunakan dalam penelitian ini meliputi angket respon peserta didik dan lembar penilaian uji kelayakan ahli.

Dokumentasi digunakan peneliti untuk mengumpulkan berbagai informasi yang dibutuhkan dalam penelitian dalam bentuk buku, catatan, arsip dokumen selama melakukan penelitian, baik dalam bentuk angka ataupun gambar yang dilaporkan peneliti sebagai keterangan yang dapat mendukung penelitian.

Instrumen pengumpulan data berupa lembar validasi materi dan media serta lembar angket respon siswa yang didapat saat uji coba terbatas. Pengukuran masing-masing menggunakan skala likert.

Teknik analisis data pada lembar validasi dan angket respon siswa diperoleh menggunakan rumus :

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

Keterangan:

NP : Nilai persentase kelayakan (%)

R : Skor yang diperoleh pada setiap aspek

SM : Skor maksimum pada setiap aspek

Hasil perhitungan menunjukkan kelayakan berdasarkan kriteria interpretasi berikut :

Tabel 1. Kriteria Interpretasi Kelayakan

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

Sumber : (Riduwan, 2015)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilaksanakan di SMAN 1 Bayah menggunakan jenis metode penelitian *Research and Development* mengadaptasi model penelitian pengembangan model ADDIE sampai dengan 3 tahapan yaitu analisis (*analysis*), perancangan (*design*), dan pengembangan (*development*). Tahapan analisis (*analysis*) yang dilakukan dalam penelitian ini terdapat tiga langkah mengumpulkan informasi mengenai produk yang dapat dikembangkan untuk menunjang pembelajaran dan menetapkan berbagai kebutuhan dalam proses pembelajaran. Tiga langkah analisis pada penelitian ini meliputi analisis kebutuhan, analisis materi, dan analisis kurikulum.

Analisis kebutuhan dilakukan dengan melakukan wawancara kepada satu orang guru dan dua orang siswa SMAN 1 Bayah serta observasi lingkungan sekolah untuk memperoleh informasi berkaitan dengan pembelajaran di sekolah. Topik utama yang ingin ditemui yaitu berkenaan dengan bahan ajar yang digunakan dan permasalahan dalam pembelajaran fisika, serta mengkaji bencana yang dapat terjadi berdasarkan lokasi tempat sekolah yang akan diteliti. Adapun hasil dari kebutuhan sebagai berikut :

- Dibutuhkannya bahan ajar yang dapat memfasilitasi kesiapsiagaan bencana gempa bumi ke dalam materi fisika
- Peserta didik kurang memahami materi gelombang dikarenakan materi cukup sulit dipahami dan cenderung mendapat nilai paling rendah.
- Lokasi sekolah yang berada di kawasan rawan bencana gempa bumi karena hanya berjarak 250 meter dari bibir pantai.

Hasil analisis materi pada penelitian ini teridentifikasi berdasarkan hasil wawancara, hasil observasi lingkungan sekolah, dan hasil studi literatur bahwa peserta didik akan mempelajari materi gelombang yang memfasilitasi kesiapsiagaan bencana gempa bumi dengan pokok bahasan yang terdiri dari gempa bumi, gelombang, dan mitigasi bencana gempa bumi.

Pada tahap analisis kurikulum, peneliti mengidentifikasi dan menetapkan capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran yang dijadikan acuan dalam pengembangan e-modul. Capaian pembelajaran

yang digunakan adalah akhir fase F yaitu peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor kedalam kinematika dan dinamika gerak, usaha dan energi, fluida, getaran harmonis, gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah. Adapun tujuan pembelajarannya yaitu :

- Memahami pengertian gempa bumi dengan benar
- Menganalisis jenis gelombang gempa bumi dengan jelas
- Menganalisis besaran-besaran pada gelombang dengan jelas
- Menerapkan mitigasi bencana gempa bumi dengan tepat

Pada tahap perancangan (*design*) dibuatnya draft isi e-modul yang dibuat berdasarkan hasil analisis pada tahapan sebelumnya. Dengan format e-modul diantaranya *cover*, kata pengantar, daftar isi, pendahuluan, kilas balik, kegiatan pembelajaran, evaluasi, glosarium, daftar pustaka, dan profil penulis.



Gambar 2. E-modul Gelombang

Pada tahap pengembangan (*development*) dilakukan uji kelayakan produk oleh para ahli untuk mengetahui apakah e-modul yang digunakan ini layak dan dapat digunakan sebagai bahan ajar yang dapat

digunakan untuk pembelajaran fisika atau tidak. Setelah melalui uji kelayakan dan diperoleh hasilnya, dilakukan revisi terhadap produk yang telah dikembangkan.

Data hasil validasi instrumen kelayakan materi dan media dikoreksi oleh para ahli yang terdiri 3 orang yaitu dosen Pendidikan Fisika Untirta, Guru SMAN 1 Bayah, dan guru SMAN 1 Malingping.

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Validasi Ahli

No	Keterangan	Persentase	Kriteria
1	Validasi Materi	93.33 %	Sangat Layak
2	Validasi Media	91.74%	Sangat Layak
Rata-rata		92.38%	Sangat Layak

Setelah melewati uji kelayakan yang bertujuan untuk menilai e-modul yang dikembangkan, diperoleh beberapa saran dan masukan yang digunakan untuk perbaikan e-modul yang dikembangkan. Setelah dilakukan uji kelayakan dan revisi produk, e-modul gelombang dinyatakan layak untuk dilakukan uji coba. Peneliti melakukan uji coba terbatas atau sampling oleh 15 orang siswa SMAN 1 Bayah untuk mengetahui sejauh mana efektivitas dan kelayakan e-modul ini untuk digunakan sebagai bahan ajar kepada siswa. Berikut hasil rekapitulasi uji coba terbatas :

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Angket Respon

No	Aspek	Persentase	Kriteria
1	Materi	92%	Sangat Baik
2	Bahasa	88.88%	Sangat Baik
3	Ketertarikan	93%	Sangat Baik
4	Kegrafikan	96.44%	Sangat Baik
Rata-rata		92.5%	Sangat Baik

Penelitian ini menghasilkan produk berupa E-modul dalam mata pelajaran fisika yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman siswa SMA tentang konsep gelombang mekanik dalam fisika, khususnya yang berkaitan dengan fenomena gempa bumi. Dengan mengintegrasikan materi fisika dan strategi mitigasi bencana, e-modul ini bertujuan membekali siswa dengan pengetahuan teoritis dan praktis untuk meningkatkan kesiapsiagaan terhadap bencana gempa bumi.

Berbeda dengan modul konvensional yang umumnya hanya berfokus pada teori

gelombang, e-modul ini menggabungkan konsep fisika dengan konteks kebencanaan. Pada e-modul ini dilengkapi animasi visualisasi gelombang pada gempa bumi dan tahapan-tahapan mitigasi bencana gempa bumi yang jarang ditemukan pada modul lain. Selain itu, e-modul yang dikembangkan sangat praktis karena materi bisa diakses secara online sehingga bisa dipelajari dimana saja dan kapan saja. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian Yoga Purnama et al., (2021) yang menekankan pentingnya integrasi materi pembelajaran dengan konteks nyata untuk meningkatkan pemahaman dan kesiapsiagaan peserta didik terhadap bencana.

Kesiapsiagaan bencana gempa bumi pada e-modul ini menekankan pada edukasi tentang tindakan saat terjadi gempa. Edukasi ini terdapat pada poin mitigasi gempa bumi yang termuat dalam e-modul agar siswa dapat memahami dan dapat menerapkan tahapan juga langkah saat terjadinya gempa bumi. Dengan edukasi mitigasi gempa bumi, e-modul ini bertujuan agar siswa tidak hanya mengetahui tindakan yang tepat saat terjadi gempa, tetapi juga memahami pentingnya persiapan sebelum dan sesudah gempa bumi terjadi.

Pokok bahasan/uraian materi yang termuat pada e-modul diantaranya gempa bumi, gelombang, dan mitigasi gempa bumi. Pada sub materi gempa bumi, dijelaskannya definisi, jenis-jenis, dan penyebab adanya gempa bumi. Pada sub materi gelombang dijelaskan mengenai gelombang yang dihasilkan akibat gempa bumi yaitu gelombang badan (*body wave*) dan gelombang permukaan (*surface wave*). Pada sub materi mitigasi gempa bumi dijelaskan tahapan sebelum terjadi gempa, saat terjadi gempa, dan setelah terjadi gempa. E-modul ini juga memuat lembar kegiatan dan latihan soal yang dapat dikerjakan oleh siswa untuk mengetahui pemahaman terhadap materi gelombang dan gempa bumi. Pendekatan pembelajaran yang digunakan pada e-modul ini yaitu Sains Teknologi Masyarakat (STM). Pendekatan ini merupakan teori belajar konstruktivisme dimana siswa membangun pemahaman berdasarkan pengalamannya. Pendekatan ini memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep gelombang seismik melalui pengalaman

belajar yang aktif dan berbasis masalah. STM memiliki empat fase atau tahapan dalam proses pembelajaran diantaranya tahap invitasi (pengajuan masalah), eksplorasi (pencarian informasi), tahap pengajuan eksplanasi dan solusi, dan tahap tindak lanjut (Suprianto & S.Ida, 2016).

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan adaptasi model pengembangan ADDIE sampai dengan 3 tahapan yang meliputi Analisis (*analysis*), Perancangan (*design*), dan Pengembangan (*development*). Menurut Rachma et al., (2023) kelebihan dari ADDIE yaitu memiliki prosedur pengembangan yang jelas, terstruktur, dan memiliki urutan tahapan yang logis. Sehingga model ini sangat sesuai dan sering digunakan untuk melakukan penelitian dan pengembangan. Seluruh rangkaian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui bagaimana tanggapan dari para ahli terkait bahan ajar yang dikembangkan dan respon siswa terhadap e-modul pembelajaran untuk mengetahui sejauh mana efektifitas e-modul gelombang sebagai media pembelajaran.

Penilaian terhadap e-modul gelombang dalam memfasilitasi kesiapsiagaan bencana siswa SMA dilakukan untuk menentukan kelayakan e-modul sebagai bahan ajar dalam materi gelombang pada pembelajaran fisika di SMA. Dalam melakukan penelitian, diperlukan instrumen berupa lembar penilaian kelayakan untuk para ahli sehingga e-modul yang dikembangkan dapat diuji dan diukur kelayakannya. Lembar penilaian kelayakan materi yang digunakan merupakan modifikasi dari penelitian (Purwono, 2008). Penguji atau para ahli yang menilai kelayakan e-modul terdiri dari tiga orang ahli dengan hasil yang diperoleh dinyatakan bahwa E-modul Gelombang dalam Memfasilitasi Kesiapsiagaan Bencana Gempa Bumi Siswa SMA sangat layak digunakan sebagai bahan ajar. Penilaian materi meliputi aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kontekstual diperoleh skor rata-rata 93,33% dikategorikan sangat layak. Sedangkan pada penilaian kelayakan media yang meliputi aspek ukuran e-modul, sampul e-modul, desain isi e-modul, lugas, komunikatif, dialogis, kesesuaian dengan perkembangan peserta didik, dan kesesuaian dengan bahasa diperoleh skor rata-rata 91,74% yang berarti sangat layak digunakan. Total akumulasi nilai rata-rata dari

seluruh aspek yaitu sebesar 92,38%. Skor rata-rata yang didapat memenuhi nilai persentase antara 81% - 100% yang berarti e-modul gelombang yang dikembangkan dikategorikan sangat layak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa e-modul yang dikembangkan merupakan bahan ajar yang memfasilitasi kesiapsiagaan bencana gempa bumi dalam bentuk materi gelombang. Bagian utama e-modul terdapat tiga bagian yang terdiri dari pembuka, isi, dan penutup. E-modul yang dikembangkan diakses melalui QR code dalam bentuk *electronic book online* sehingga siswa dapat dengan mudah mengakses materi dimana saja dan kapan saja.

Adapun hasil dari pengujian yang dilakukan oleh para ahli materi dan media didapatkan nilai rata-rata sebesar 92,38% (sangat layak), sedangkan pada hasil uji coba terbatas kepada siswa diperoleh nilai rata-rata sebesar 92,5% (sangat baik). Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul gelombang dalam memfasilitasi kesiapsiagaan bencana gempa bumi siswa SMA sangat baik dan layak digunakan sebagai bahan ajar pada materi gelombang.

5. REFERENSI

- Brigenta, D., Handhika, J., & Sasono, M. (2017). Pengembangan modul berbasis discovery learning untuk meningkatkan pemahaman konsep. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika III*, 167–173.
- Fahyumi Rahman, Q. U. (2018). Sekolah Bencana; Siaga, Aksi dan Mitigasi. *Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial*, 4(1), 06–11., 4(1), 6–11.
- Fourilla, & Fauzi, A. (2021). Validasi Emodul Fisika SMA Berbasis Inquiry Based Learning Terintegrasi. In *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika* (Vol. 7, Issue 2).
- Haristah, H., Azka, A., Setyawati, R. D., & Albab, I. U. (2019). Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika Pengembangan Modul Pembelajaran. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 1(5), 224–236.
- Hidayati Azkiya, M. Tamrin, Arlina Yuza, & Ade Sri Madona. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Nilai-Nilai Pendidikan Multikultural di Sekolah Dasar Islam. *Jurnal Pendidikan Agama Islam Al-Thariqah*, 7(2), 409–427. [https://doi.org/10.25299/al-thariqah.2022.vol7\(2\).10851](https://doi.org/10.25299/al-thariqah.2022.vol7(2).10851)
- Kuncahyono. (2018). Pengembangan e-modul (modul digital) dalam pembelajaran tematik di sekolah dasar. *Journal of Madrasah Ibtidaiyah Education*, 219–231.
- Lilis. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Digital pada Mata Pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika Kelas X (The Development of Digital Teaching Materials In Electrical And Electronic Basic Learning Class X). *Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 156–168.
- Mantofani, R. (2023). *Pengembangan E-modul Flipbook Terintegrasi Bencana Alam Tsunami Pada Materi Gelombang Mekanik*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Najuah, Lukitoyo, P. S., & Wirianti, W. (2020). Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya. *Yayasan Kita Menulis*, 1–64.
- Noor. (2014). Pengantar Mitigasi Bencana Geologi. *Deepublish*.
- Prastowo, A. (2015). Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. *Diva Press*.
- Pujiastuti, H., & Haryadi, R. (2022). Development of augmented reality with the ADDIE model in mathematics learning.
- Pujiastuti, H., & Haryadi, R. (AIP Conference Proceedings (Vol. 2468, No. 1, p. 070008). AIP Publishing LLC.
- Purwono, U. (2008). *Lembar Penilaian Ahli*. Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP).
- Rachma, A. F., Iriani, T., & Handoyo, S. S. (2023). Penerapan Model ADDIE Dalam Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Video Simulasi Mengajar Keterampilan Memberikan Reinforcement. In

- Jurnal Pendidikan West Science* (Vol. 01, Issue 08).
- Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Alfabeta.
- Rinsiyah. (2016). Pengembangan Modul Fisika Berbasis CTL untuk Meningkatkan KPS dan Sikap Ilmiah Siswa Madrasah Aliyah. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 4(2), 152–162. <https://doi.org/10.21831/jpms.v4i2.12979>
- Simarmata, O. J. (2017). Implementasi Model Pembelajaran Blended Learning dalam Meningkatkan Kompetensi Siswa SMK (Studi Quasi Eksperimen pada Siswa Program Keahlian Teknik Komputer dan Informatika). *Repository.Upi.Edu*.
- Suprianto, & S.Ida, K. (2016). Pengaruh Penerapan Pendekatan Pembelajaran Sains Teknologi Masyarakat (STM) Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa di SMA Hidayatun Najah. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika GRAVITY*, 2(1). <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/Gravity>
- Yanti, Y., & Fauzi, A. (2022). Efektivitas E-book Fisika SMA/MA Terintegrasi Materi Gempa Bumi Berbasis Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kompetensi Peserta Didik. In *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika* (Vol. 8, Issue 1).
- Yoga Purnama, A., Hidayati,), Dhimas,), & Setyawan, N. (2021). *Uji Kelayakan E-modul Fisika Berbasis Mitigasi Bencana Gempabumi*.