PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL UNTUK PESERTA DIDIK KELAS X SMA

by 06111281924056 Akbar Ardy Nugraha

Submission date: 05-Apr-2023 10:20AM (UTC+0700)
Submission ID: 2027823571
File name: Skripsi_Akbar_Ardy_Nugraha.pdf (193.74K)
Word count: 7030
Character count: 45050

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad 21 telah membawa dampak yang besar bagi dunia pendidikan, di mana dalam proses transisi dari abad industri ke abad pengetahuan semua bidang kehidupan berubah dengan sangat cepat dan harus mampu beradaptasi dengan cepat. Hal ini dibuktikan dengan semakin banyak berkembangnya berbagai jenis teknologi yang canggih untuk menunjang aktivitas kehidupan manusia. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi juga tidak dapat dipisahkan dari ilmu pengetahuan dan pendidikan (Sole & Anggraeni, 2018). Menurut UU No. 20 Tahun 2003, pendidikan adalah usaha sadar serta terencana dalam mewujudkan lingkungan dan proses belajar agar supaya peserta didik secara aktif dapat mengembangkan jiwa keagamaan, berdisiplin diri, berbudi pekerti, kecerdasan, berakhlak mulia, dan berkemampuan serta keterampilan yang dibutuhkan oleh diri kita sendiri, masyarakat, bangsa dan negara. Pencapaian pendidikan yang mampu menguasai ilmu pengetahuan dan keterampilan sangat bergantung pada kurikulum.

Kurikulum Indonesia mengalami perubahan akibat pandemi COVID-19, dengan beralihnya kegiatan belajar mengajar yang dilakukan secara tatap muka menjadi secara *online* atau tatap maya. Pembelajaran *online* ini menciptakan perubahan yang luar biasa dalam proses pembelajaran bagi guru dan juga peserta didik yang mengakibatkan terjadinya krisis belajar. Pemerintah telah mencoba memperkenalkan kurikulum baru untuk memperbaiki krisis belajar tersebut yaitu dengan kurikulum prototipe yang sekarang ini berubah nama sebagai kurikulum merdeka (Rachmawati et al., 2022).

Penerapan kurikulum merdeka membutuhkan penciptaan atau implementasi proyek yang dilakukan oleh peserta didik. Kegiatan proyek ini memungkinkan peserta didik untuk mampu mengembangkan potensi diri dan keterampilan mereka pada banyak bidang. Salah satu kegiatan proyek dalam kurikulum mandiri ini adalah pelaksanaan kegiatan P5 (Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila). P5 ini kegiatannya bisa dilakukan pada tahap konseptual dan kontekstual. P5 dengan kegiatan-kegiatannya yang dilakukan nantinya sebagai penerapan dari kurikulum

merdeka yang mampu memberikan proses dan pengalaman belajar jauh lebih bermakna bagi peserta didik. Hal ini dikarenakan dalam prakteknya, peserta didik harus dilatih dalam berdiskusi, membuat suatu barang atau acara mengenai proyek dan dapat melatih peserta didik dalam memecahkan permasalahnhya agar mereka mencapai hasil yang jauh lebih baik (Hayati et al., 2020). Pembelajarannya pun dapat dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) (D. A. B. Lestari et al., 2018).

STEM merupakan sebuah istilah pendidikan yang mana mengintegrasikan sebuah konsep pendidikan dalam satu kesatuan antara ilmu pengetahuan, teknologi, teknik rekayasa dan matematika. Telah berkembang saat ini di berbagai negara berkembang dan industri konsep pendidikan STEM. Pendidikan STEM bukan hanya tentang meningkatkan praktik pengajaran dan disiplin ilmu pendidikan secara individual, tetapi berfokus pada proses pendidikan untuk memecahkan masalah nyata kehidupan sehari-hari dengan cara beberapa mata pelajaran diintegrasikan dalam sains, teknologi, teknik rekayasa, dan matematika serta dalam berbagai aspek seperti sikap, pengetahuan, dan keterampilan dikembangkan untuk meningkatkan daya berfikir kritis yang dapat mampu membentuk logika dalam berfikir pada banyak bidang pengetahuan berdasarkan kurikulum merdeka yang berlaku sekarang ini. Oleh karena itu, pendekatan pembelajaran STEM layak diterapkan dan diaplikasikan dalam pembelajaran ilmiah seperti fisika (Sartika, 2019).

Fisika menjadi salah satu cabang ilmu pengetahuan yang memberikan banyak pengaruh signifikan terhadap berbagai perkembangan, terkhusus didunia STEM. Hal ini dikarenakan fisika memberikan ruang untuk manusia mempelajari serta memahami berbagai fenomena alam yang telah, sedang, dan akan terjadi di sekitar kita. Sehingga, melalui pemahaman konsep-konsep fisika inilah, peserta didik diharapkan mampu mengatasi permasalahan-permasalahan fisika yang ada (Abbas & Yusuf Hidayat, 2018). Pemahaman tentang fisika juga sangat perlu dikembangkan pada peserta didik mulai dari pendidikan dasar, menengah sampai perguruan tinggi. Pada akhir fase E, peserta didik diharapkan mampu merespon isu-isu global dan berperan aktif dalam pemecahan masalah. Keterampilan tersebut meliputi mengamati, menanya dan memprediksi, merencanakan dan melakukan

penyelidikan, mengolah dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, mengkomunikasikan hasil dalam bentuk proyek sederhana menggunakan apilkasi teknologi yang tersedia misalnya terkait dengan pemanasan global (Pendidikan et al., 2022).

Pemanasan global dalam fisika merupakan salah satu konsep dasar yang perlu dipahami peserta didik dan berkaitan erat dengan lingkungan. Dalam proses pembelajaran fisika materi tentang pemanasan global juga tidak dapat terhindar dengan adanya sebuah bahan ajar yang berguna dalam membantu peserta didik dan guru dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Bahan ajar disini merupakan sebuah sumber belajar yang berupa konsep, prinsip, kerangka, fakta, angka, proses, nilai, keterampilan dan kemampuan. Kemudian bahan ajar juga memiliki jenis yang cukup banyak, salah satu jenisnya adalah modul (Oramas et al., 2016).

Modul merupakan suatu bentuk bahan cetak yang disajikan secara sistematis sehingga pengguna dapat belajar dengan atau tanpa guru (Mutmainah dalam (Ningsih et al., 2022)). Dari penelitian sebelumnya, dengan menggunakan modul dalam bentuk cetak masih sangat banyak, seperti yang ditulis oleh (Makhmudah et al., 2019) yang membuat modul dalam bentuk cetak dengan terstruktur dan kontekstual. Penelitian tersebut kemudian harus dilakukan oleh peserta didik dalam uji coba lapangan terbatas. Hal ini juga dilakukan oleh (Novianto et al., 2018) yang mengembangkan modul dalam bentuk cetak. Namun, seiring perkembangan zaman dan teknologi yang terus berjalan dengan sangat pesat di abad 21, mekanisme belajar mengajar juga berubah. Salah satu perubahan tersebut dimulai dengan melakukan perubahan modul cetak menjadi bentuk elektronik atau digital yang dapat diakses melalui internet menggunakan media elektronik seperti *smartphone*, laptop, dan komputer (Pradana et al., 2018).

Modul yang dikembangkan saat ini tidak cukup untuk memenuhi persyaratan kurikulum merdeka. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kesiapan guru, keterbatasan informasi, kurangnya kemahiran dalam menggunakan teknologi, dan belum meluasnya penggunaan bahan ajar bentuk lain seperti digital (Herawati & Muhtadi, 2018). Menurut survei yang dilakukan oleh (APJI, 2022), 77,02% orang mengakses internet setiap hari. Penggunaan internet juga meningkat dari tahun ke tahun, misalnya pada tahun 2021 terdapat 196,7 juta orang yang

menggunakan internet , dan pada tahun 2022, total 210,2 juta orang menggunakan internet. Survei terbaru yang dilakukan pada APJII, pada 2022 tersebut menunjukkan bahwa, pengguna internet di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 13,32 juta orang. Salah satu penyebab besarnya pengguna internet ini adalah pandemi Covid-19 yang mengharuskan seluruh kegiatan pekerja dan peserta dilakukan secara daring dari rumah. Situasi ini mengharuskan peserta didik untuk dapat mencari sumber belajar secara online. Akan sumber belajar yang tersedia masih terbatas. Padahal di abad 21 saat ini, yang teknologi semakin maju seharusnya sumber belajar semakin banyak, terutama dalam pembuatan bahan ajar. Tidak hanya itu, pendidik harus melakukan pembaharuan pada sumber belajar terutama bahan ajar dengan mengaplikasikan teknologi yang ada seperti dalam pembuatan e-modul.

Berdasarkan penjelasan tersebut, peneliti mencoba merancang sebuah e-modul pada mata pelajaran fisika materi pemanasan global. Materi pemanasan global ini saya gunakan karena e-modul untuk materi tersebut masih sangat sedikit yang menggunakan pendekatan pembelajaran STEM khususnya di wilayah Sumatera Selatan. Studi ini dibangun berdasarkan penelitian (Agung et al., 2022) di mana produk e-modul yang dikembangkan efektif digunakan dalam pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar dan karakter siswa. Pentingnya pengembangan e-modul juga didukung penelitian (Sari, 2021), yang mana dalam penggunaan e-modul praktikum berbasis STEM membantu meningkatkan kemandirian dalam melakukan praktikum mahasiswa jurusan fisika. (Syahiddah et al., 2021) dan (Amatullah, 2021) juga menyatakan bahwa pengembangan e-modul ternyata valid dan praktis.

Peneliti disini juga telah melakukan analisis data dengan menyebarkan *googleform* untuk peserta didik di beberapa sekolah dan mendapatkan sebanyak 70 responden. Dari seluruh responden yang didapatkan sebanyak 88,6% peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari materi pemnasan global dikarenakan kurang praktis dan menariknya bahan ajar yang digunakan sekarang ini berdasarkan tanggapan responden sebesar 52,9% dan 30% serta 17,1% lainnya beranggapan bahan ajar sangat monoton bagi mereka. Kemudian, solusi untuk bahan ajar yang dibutuhkan oleh peserta didik ialah e-modul sebesar 92,9% dengan 64,3%

responden sangat membutuhkannya serta 98,6% sangat setuju jika peneliti mengembangkan e-modul berbasis STEM untuk materi pemnasan global. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti akan melakukan penelitian dengan judul **"Pengembangan E-Modul Berbasis STEM pada Materi Pemanasan Global untuk Peserta Didik Kelas X SMA".**

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas berdasarkan latar belakang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan e-modul berbasis STEM pada materi pemanasan global untuk peserta didik kelas X SMA yang valid?
2. Bagaimana mengembangkan e-modul berbasis STEM pada materi pemanasan global untuk peserta didik kelas X SMA yang praktis?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menghasilkan e-modul berbasis STEM pada materi pemanasan global untuk peserta didik kelas X SMA yang valid.
2. Untuk menghasilkan e-modul berbasis STEM pada materi pemanasan global untuk peserta didik kelas X SMA yang praktis.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Peserta Didik

   Mampu membantu untuk memudahkan pembelajaran yang diberikan oleh guru kepada peserta didik untuk memahami materi pemanasan global.
2. Guru

   Mampu membantu guru untuk memudahkan menjelaskan materi pemanasan global dengan menggunakan e-modul berbasis STEM yang diberikan kepada peserta didik.

3. Sekolah

   Mampu menyediakan e-modul yang valid dan praktis dalam membantu memecahkan masalah pada pembelajaran agar dapat meningkatkan kualitas pembelajaran.

4. Peneliti

   Mampu menambah ilmu pengetahuan dan keterampilan mengembangkan e-modul pemanasan global yang jauh lebih baik.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Ajar

Bahan ajar adalah bagian yang sangat penting dan tidak dapat terlepas dalam proses pembelajaran. Bahan ajar merupakan bagian dari sumber belajar yang juga dapat diartikan sebagai sesuatu yang memuat informasi pembelajaran bersifat khusus atau umum yang digunakan untuk tujuan pembelajaran. Bahan ajar harus dirancang dan ditulis sesuai dengan prinsip pedagogik karena akan digunakan oleh guru dalam membantu serta mendukung proses pembelajaran. Bahan ajar yang baik harus disesuaikan dengan materi pelajaran, ditulis sesuai dengan kebutuhan pembelajaran, memiliki bahan evaluasi, bahan ajar tersebut menarik untuk dipelajari peserta didik, serta harus disesuaikan dengan usia dalam jenjang pendidikan dan rencana pembelajaran yang ada (Magdalena et al., 2020).

2.1.1 Jenis-jenis Bahan Ajar

Menurut (Tocharman, 2009 dalam diklat pembinaan SMA oleh Depdiknas dalam (Nugraha et al., 2013)) bahan ajar memilik banyak jenis seperti berikut:

1. Bahan Ajar Pandang (Visual)

   Bahan ajar memuat rangkaian bahan ajar berupa produk untuk membantu siswa dan guru/pendidik dalam kegiatan mengajar. Terdiri dari bahan ajar cetak dan non cetak seperti: Buku, Modul, *Handout,* Lembar Kerja Siswa (LKPD), *Booklet, Leaflet*, Bagan Dinding, Foto/Gambar dan Model/Maket.

2. Bahan Ajar Dengar (*Audio*)

   Bahan ajar yang memuat berbagai materi untuk membantu proses pembelajaran melalui penggunaan suara (audio). Contoh: Kaset, radio, LP (Piringan Hitam), dan CD audio (*Compact Disk Audio)*.

3. Bahan Ajar Pandang-Dengar (*Audio-Visual*)

   Bahan ajar yang menggabungkan audio dan visual. Contoh: VCD (*Video Compact Disk)* dan film.

4. Bahan Ajar Multimedia Interaktif (*Interactive Teaching Material*)

   Bahan ajar yang dapat menggabungkan antara teks, gambar, grafik, video, animasi, dan suara untuk menyampaikan informasi pembelajaran. Contoh: CAI

(*Computer Assisted Instruction*), CD (*Compact Disk*) multimedia pembelajaran interaktif, dan materi pembelajaran berbasis web (*Web Based Learning Materials*).

2.1.2 Fungsi Bahan Ajar

Menurut ((Prastowo, 2011) dalam (Ii & Konseptual, 2016)) bahan ajar dibagi menjadi dua jenis berdasarkan fungsinya yaitu, *edukator oriented* dan *student oriented*. Peranan bahan ajar bagi pendidik adalah untuk membantu pelaksanaan kegiatan belajar mengajar. Contohnya adalah ketika seorang pendidik atau guru sedang mengajar di sekolah, guru membutuhkan sebuah media pendukung seperti buku teks, modul, LKPD/ LKS, dan lainnya agar tidak kesulitan dalam memberikan materi. Peranan bahan ajar bagi peserta didik adalah guna membantu memecahkan permasalah dalam proses pembelajaran. Misalnya, siswa dapat menggunakan bahan ajar seperti modul yang disediakan untuk pembelajaran mandiri. Siswa juga dapat menggunakan LKPD dalam modul untuk menjawab pertanyaan dari guru/pendidik.

Oleh karena itu, kegiatan mengajar dapat dibantu dengan adanya bahan ajar sebagai media atau alat pembantu dalam proses pembelajaran. Bahan ajar yang digunakan sangat bermanfaat bagi guru dan peserta didik. Bahan ajar juga berfungsi sebagai proses penilaian atau evaluasi untuk mengetahui potensi yang ada pada peserta didik.

2.2 Modul

Modul adalah bahan ajar yang digunakan oleh siswa dalam proses pembelajaran, melalui pengaturan yang sistematis, operasional dan terarah. Peserta didik dapat belajar secara mandiri dan melalui rangkaian pengalaman belajar yang terencana membantu pesrta didik memahami tujuan pembelajaran. Pembelajaran modul memiliki sistem yang dinilai lebih jauh efektif dibandingkan yang lain karena pembelajaran dengan modul ini mampu mendorong peserta didik agar dapat belajar secara mandiri tanpa bantuan dari seorang guru. Selanjutnya, proses pembelajaran dalam modular ini lebih berfokus kepada kreativitas dan aktivitas dari peserta didik (Anggriani et al., 2019).

2.2.1 Fungsi, Tujuan, dan Macam Modul

Menurut Prastowo (2011), fungsi, tujuan dan macam-macam bentuk modul adalah sebagai berikut: Fungsi modul adalah untuk menjadi salah satu bahan ajar yang mampu memudahkan peserta didik untuk dapat memahami materi yang diberikan. Kemudian mampu membuat peserta didik menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran. Modul ini juga merupakan salah satu bahan ajar ringkas dengan lebih banyak latihan.

Tujuan pengembangan modul adalah untuk mengembangkan kemampuan kognitif dan kemandirian siswa. Memberikan latihan yang meningkatkan pemahaman konsep materi siswa. Menyediakan materi dengan cara yang mudah untuk membantu siswa dalam proses pembelajaran. Instruksi atau langkah-langkah kemudian disajikan secara berurutan, yang sangat membantu pendidik untuk memberikan tugas.

Bentuk modul bermacam-macam, ditinjau dari tujuan dan fungsinya yaitu: modul yang membantu siswa menemukan suatu konsep. Konsep harapan adalah tentang apa yang akan dilakukan siswa. Misalnya mengamati atau mengobservasi dan menganalisis. Ada langkah-langkah atau petunjuk untuk melakukan observasi. Diberikan suatu masalah yang meliputi analisis, siswa dapat menghubungkan konsep yang mereka pegang dengan fenomena yang mereka amati. Modul yang membantu siswa menerapkan dan menggabungkan konsep yang ditemukan kemudian diikuti. Jika peserta didik berhasil mengidentifikasi sebuah konsep, peserta didik maka dibantu serta diberi bimbingan untuk dapat menerapkan dan menggabungkan konsep-konsep tersebut kedalam kehidupan nyata sehari-hari. Misalnya dengan cara memberikan pekerjaan rumah, biarkan siswa berdiskusi dalam kelompok, kemudian mengemukakan pendapat atau pendapatnya sendiri.

Ini diikuti oleh modul yang berfungsi sebagai panduan belajar. Artinya dalam format ini, modul tidak hanya berisi materi tetapi juga latihan, dan ada diskusi atau latihan yang harus diselesaikan. Semoga dapat membantu siswa dalam proses pemahaman materi. Sedangkan untuk modul penguatan, bentuk dalam modul ini adalah materi pembelajaran, dan lebih ditekankan pada pendalaman dan penerapan materi dalam buku teks. Terakhir, modul disertai dengan petunjuk praktikum dan modul tidak hanya berisi soal atau latihan dengan materi akan tetapi

juga berfungsi sebagai suatu penuntun langkah-langkah dalam melakukan sebuah praktikum. Catatan praktis, isi LKPD/LKS termasuk didalamnya. Hal inilah yang mampu membantu untuk memudahkan peserta didik dalam melaksanakan magang.

2.2.2 Penyusunan Modul

Langkah-langkah yang benar harus digunakan saat membuat sesuatu. Semua aspek yang akan digunakan harus sesuai, termasuk persiapan. Berikut langkah-langkah penyusunan modul:

1. Analisis Kurikulum

   Melakukan analisis kurikulum dengan melihat kompetensi dasar dan komprtrnsi inti, indikator, capaian pembelajaran, dan alur tujuan pembelajaran. Jika sesuai, identifikasi materi mana yang akan dikembangkan pada modul.

2. Menentukan Judul Modul

   Pembuatan sebuah judul modul ini harus konsisten dengan yang sebelumnya telah terencana dan berpusat pada kurikulum yang berlaku.

3. Penulisan Modul

   Pertama yang perlu dilakukan untuk menulis modul adalah mengembangkan kompetensi dasar, indikator, capaian pembelajaran, dan alur tujuan pembeajaran. Kedua, memahami materi pembelajaran dan konsep-konsep didalamnya, lalu mengidentifikasi alat untuk evaluasi atau penilaian. Ketiga, atau yang terakhir ialah dengan membuat struktur/kerangka modul meliputi sebuah judul, tujuannya, bahan untuk materi, petunjuk/instruksi, langkah melakukan kerja, dan tugas.

2.3 E-Modul

Bahan ajar yang disajikan dalam format elektronik dan disusun disusun secara sistematis adalah e-modul. E-Modul adalah perangkat atau instrumen pembelajaran yang berisi materi, metode, kendala/batasan dan modalitas penilaian yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang dimaksud. E-Modul adalah bahan ajar berupa modul dalam bentuk elektronik atau digital yang terdiri dari teks, gambar, atau keduanya, yang memuat materi serta tersimulasi sehingga layak dan baik untuk digunakan dalam pembelajaran.

Karakteristik dari e-modul ialah dengan ukuran file yang relatif kecil sehingga dapat disimpan dalam USB flash drive yang memudahkan untuk dibawa serta dapat digunakan secara *offline* dan mampu dengan mudah dipelajari dimana saja dan kapan saja selama *smartphone* serta komputer/laptop ada (Cahaya et al., 2022).

Oleh karena itu, dari penjelasan di atas, E-Modul dapat dipahami sebagai bahan ajar digital yang sangat praktis untuk digunakan. Itu dapat diakses dan digunakan di mana saja melalui internet menggunakan *smartphone* atau komputer. Ini juga dapat nyaman bagi siswa dan pendidik selama proses pengajaran.

2.4 *Heyzine Flipbooks*

Heyzine flipbooks adalah platform berbasis web yang bernama *heyzine.com* yang dapat mengkonversi file pdf kehalaman balik dengan dipublikasikan ke digital book yang mana mampu mengubah tampilan dari file pdf menjadi jauh lebih menarik seperti tampilan buku namun berbentuk digital. *Heyzine flipbooks* ialah media berbantuan media elektronik yang mana didalamnya terdapat teks, gambar, animasi, dan video-video yang dapat disisipkan sehingga menjadi lebih menarik dan efektif agar supaya peserta didik tidak merasa cepat bosan ketika belajar (Khikmiyah & Gresik, 2020). Keunggulan penggunaan *heyzine flipbooks* sebagai berikut:

1. Membuat media pembelajaran sangat mudah digunakan
2. Mampu digunakan dalam membuat bahan ajar bagi peserta didik yang interaktif
3. Mampu dengan mudah dioperasikan, pendidik bahkan peserta didik yang belum mahir dalam mengoperasikan komputer juga bisa menggunakannya

Hal tersebutlah yang mendasari *heyzine flipbooks* disimpulkan sebagai platform berbasis web yang dapat dengan mudah untuk digunakan dalam membuat sebuah e-modul fisika menjadi jauh lebih menarik dan juga interaktif yang mampu memuat teks, gambar, animasi, soal evaluasi, audio dan video didalamnya. Dengan menggunakan *heyzine flipbooks* ini e-modul fisika yang dikembangkan dapat dipublikasikan baik secara *online* dan juga *offline*. Oleh karena itu, kemandirian peserta didik dalam belajar dapat terlatih dengan menggunakan e-modul tersebut. *Software* yang digunakan ini mampu membuat e-modul yang dihasilkan menjadi sebuah media pembelajaran yang jauh lebih inovatif, menarik, dan menyenangkan.

2.5 STEM

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah pendekatan dan upaya pendidikan yang mengintegrasikan berbagai bidang pengetahuan ke dalam satu kesatuan dalam kurikulum, berdasarkan hubungan antara materi dan masalah kehidupan nyata. Dalam konsep penerapan pembelajaran STEM mengacu pada sains, teknologi, teknik rekayasa, dan matematika sebagai empat domainnya (Sartika, 2019). Definisi tersebutlah dapat diarti dari masing-masing akronim dari STEM adalah (Siswanto, 2018):

1. Sains (*Science*) adalah suatu yang mempelajari tentang alam semesta, fakta, fenomena, dan hukum yang ada di dalamnya yang merupakan bagian dari ilmu pengetahuan.
2. Teknologi (*Technology*) adalah cara menggunakan teknologi, memahami cara mengembangkan teknologi baru, dan cara menggunakan teknologi untuk memudahkan pekerjaan manusia.
3. Teknik rekayasa (*Engineering*) adalah perpaduan antara pengetahuan ilmiah serta teknis yang didapatkan melalui sebuah penelitian, percobaan, dan praktek dengan merakit bahan-bahan yang diperlukan dalam membantu manusia melakukan sesuatu.
4. Matematika (*Mathematics*) adalah sebuah cabang ilmu yang digunakan untuk memecahkan permasalahan terkait bilangan sehingga dapat memudahkan proses pembelajaran.

Pendekatan STEM dalam pembelajaran memadukan keempat komponen diatas dengan menitikberatkan kepada pemecahan masalah praktis yang nyata dalam keseharian. Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM berlangsung dengan menerapkan serta mempraktikkan konten esensial STEM dalam situasi kehidupan nyata, tidak hanya membahas sains, tetapi dihubungkan dengan teknologi, teknik rekayasa, dan matematika (Siswanto 2018). Menggunakan pendekatan STEM untuk pembelajaran memiliki beberapa manfaat yaitu mampu menjadikan peserta didik menjadi pemecah masalah yang jauh lebih baik, kemudian mampu sebagai orang yang memperkenalkan ide atau inovator, dan pendekatan baru, berpikir mandiri, logis dan memahami teknologi (Stohlmann et al., 2012). Pemecah masalah bertujuan agar lebih baik yaitu agar peserta didik dapat

mampu menyelesaikan suatu permasalahan yang telah disajikan oleh guru. Pendekatan pembelajaran STEM pada sekolah yang menerapkannya sering berfokus pada menggabungkan banyak disiplin ilmu dan menggunakan berbasis proyek sebagai atau dapat berbasis masalah yang melibatkan masalah dikehidupan nyata dalam pendekatannya.

Pembelajaran dengan menggunakan metode STEM dapat mengembangkan peserta didik dengan keterampilan seperti keterampilan kepemimpinan, kreativitas, berpikir kritis, bertanggung jawab dalam melakukan sesuatu, berketekunan, dan berketerampilan untuk berkolaborasi yang baik di abad 21 (Holmlund et al., 2018). Pembelajaran dengan pendekatan STEM menjelaskan kepada peserta didik cara menggunakan konsep, prinsip, pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika secara lebih terpadu dalam mengembangkan sebuah produk, proses, dan sistem yang bermanfaat bagi kehidupan manusia.

2.6 Pemanasan Global

Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata atmosfer bumi, lautan, dan daratan yang diakibatkan oleh aktivitas alam dan manusia. Aktivitas tersebut, seperti pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak, dan gas alam), kebakaran hutan, dan gunung meletus yang melepaskan karbondioksida (CO_2) dan gas-gas lainnya ke atmosfer sebagai gas rumah kaca (Pratama & Parinduri, 2019). Pentingnya menghadirkan bahaya dampak pemanasan global perlu ditanamkan dengan memasukkan tema-tema tersebut. Misalnya, topik seperti kenaikan suhu bumi, peningkatan konsentrasi karbon dioksida, dan efek rumah kaca semuanya dapat dimasukkan dalam konten pelajaran IPA.

2.7 Model Pengembangan Rowntree

(Agustine, et al 2014) mengemukakan bahwa model pengembangan Rowntree dibagi menjadi tiga tahapan, antara lain: Tahap perencanaan, meliputi analisis kebutuhan dan perumusan tujuan pembelajaran. Tahap pengembangan meliputi pengembangan topik, penyusunan, dan pembuatan prototipe serta terahir adalah tahap evaluasi.

Proses yang terlibat dalam pengembangan Rowntree ditunjukkan pada Gambar 2.1 di bawah ini:

2.8 Model Evaluasi Tessmer

Evaluasi formatif dengan Tessmer lebih kepada proses evaluasi yang bertujuan menyempurnakan suatu susunan program dan internal reviewer yang melakukannya. Tahapan dari evaluasi menggunakan Tessmer meliputi *Self evaluation, Expert review, One-to-one evaluation, Small group evaluation* dan *Field test* (Tessmer, 1998). Berikut penjelasan tahapan evaluasi Tessmer:

2.8.1 *Self Evaluation*

Self evaluation berproses dengan meliputi analisis dan desain, yaitu:

1. Analisis, dimana produk yang akan dikembangkan dianalisis.
2. Desain, dilakukan perancangan desain pada tahap ini yang akan dikembangkan meliputi desain grid, tujuan, dan metode yang akan dikembangkannya. Desain dari hasil yang telah didapatkan kemudian divalidasi melalui penilaian mandiri bersama dengan dosen pembimbing serta rekan kerja. Hasil untuk desain disebut dengan prototipe pertama. Hasil desain pada prototipe ini kemudian diserahkan kepada ahli (*expert review*) sebagai validator dan peserta didik (*one-to-one*). Selanjutnya perolehan hasil dari kedua tahap itu dijadikan sebagai bahan revisi atau modifikasi produk untuk tahap selanjutnya kemudian untuk hasil modifikasi pada prototipe pertama tersebut disebut dengan prototipe kedua.

2.8.2 *Expert Review*

Tahap ini ialah ahli pakar (*expert review*), akurasi produk yang telah dikembangkan akan diverifikasi atau validasi oleh validator. Prototipe kedua dari produk ini dilakukan oleh ahli materi dan ahli media.

2.8.3 *One-to-one Evaluation*

Setelah divalidasinya produk, pada tahap ini diuji cobakan kepada tiga orang peserta didik. Lalu setelah dilakukan pengujian, peneliti dapat memodifikasi

produk tersebut. Peserta didik yang terpilih untuk menggunakan produk harus berkemampuan dengan tingkatan yang berbeda-beda, mulai dengan peserta didik berkemampuan tinggi, menengah, dan bawah. Hasil dari implementasi ini nantinya akan digunakan untuk merevisi produk berdasarkan komentar dan saran untuk prototipe yang telah dicoba oleh peserta didik.

2.8.4 *Small Group Evaluation*

Revisi hasil dari produk prototipe dari tahap *one-to-one evaluation* dapat diuji cobakan kepada 7-9 orang peserta didik yaitu kelompok kecil (*small group evaluation*). Peserta didik dipilih berdasarkan tingkat kemampuannya, atas, menengah, dan bawah berdasarkan tingkat kemampuan yang berbeda. Hasil implementasi tahap ini digunakan untuk memodifikasi produk berdasarkan saran dan komentar siswa. Hasil modifikasi tersebut dinamakan prototipe tiga.

2.8.5 *Field Test*

Uji lapangan atau *field test* merupakan evaluasi suatu produk yang telah berhasil dikembangkan. Uji lapangan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keefektifan dari produk dan untuk menguji kemampuan serta keterampilan peserta didik. Akan tetapi, penelitian saya ini belum atau tidak sampai kepada tahap *field test*.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian telah berhasil dilakukan terhadap pengembangan bahan ajar yaitu tentang pengembangan e-modul pemanasan global berbasis STEM untuk SMA kelas X yang valid dan juga praktis. Penelitian ini dilakukan dengan model pengembangan Rowntree dan tahap evaluasinya adalah evaluasi Tessmer. Dibawah ini adalah gambaran dari hasil untuk setiap tahapan pada penelitian ini.

4.1.1. Deskripsi Hasil Tahap Perencanaan

Menurut model pengembangan Rowntree, langkah pertama yang harus diambil pada tahap ini ialah tahap perencanaan. Dalam tahap perencanaan ini, dilakukan analisis kebutuhan terhadap bahan ajar dan juga peserta didik oleh peneliti yang dilanjutkan dengan merumuskan alur tujuan pembelajaran. Berikut ialah penjelasan untuk hasil pada tahap perencanaan.

4.1.1.1 Analisis Kebutuhan

Telah dilakukan analisis kebutuhan terhadap bahan ajar dengan membagikan angket berupa *googleform* kepada peserta didik kelas X di berbagai SMA yang ada khususnya SMA Negeri 1 Indralaya. Didapatakan sebanyak 70 responden ialah peserta didik. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan tersebut sebanyak 88,6% peserta didik diketahui mengalami kesulitan dalam mempelajari materi pemnasan global dikarenakan kurang praktis dan menariknya bahan ajar yang digunakan sekarang ini berdasarkan tanggapan responden sebesar 52,9% dan 30% serta 17,1% lainnya beranggapan bahan ajar sangat monoton bagi mereka. Kemudian untuk solusi bahan ajar yang dibutuhkan sebanyak 92,9% peserta didik menjawab e-modul dengan sebanyak 64,3% responden sangat mebutuhkannya dan 98,6% sangat setuju jika peneliti mengembangkan e-modul berbasis STEM untuk materi pemnasan global. Oleh karena itu, peneliti disini meyakini bahwa perlu dikembangkan e-modul pemanasan global berbasis STEM untuk peserta didik SMA kelas X dengan berbasis web html yang mampu untuk memuat berbagai jenis

media yang mampu diakses dimanapun dan kapanpun dengan menggunakan berbagai perangkat elektronik.

4.1.1.2 Perumusan Alur Tujuan Pembelajaran

Langkah berikutnya ialah perumusan alur tujuan pembelajaran. Alur tujuan pembelajaran dirumuskan sedemikian rupa sehingga keterampilan yang akan dikuasai oleh peserta didik setelah mereka menggunakan bahan ajar yang berhasil dikembangkan peneliti ditentukan sedemikian rupa agar materi yang telah disusun dan disajikan dalam bahan ajar tersebut tidak akan menyimpang dari alur tujuan pembelajaran yang telah dibuat dan ditetapkan. Rancangan untuk alur tujuan pembelajaran ditunjukkan di bawah ini pada Table 4.1.

4.1.2. Deskripsi Hasil Tahap Pengembangan

4.1.2.1 Pengembangan Topik

Tahap pengembangan topik dimulai dengan dibuatnya rencana isi untuk e-modul GBIEM (Garis Besar Isi E-Modul). Tujuannya adalah mengatur isi pembelajaran yang harus sesuai dengan topik yang diampu yaitu pemanasan global berbasis STEM. GBIEM pemanasan global berbasis STEM ditunjukk di bawah ini pada Tabel 4.2.

1.1.2.2 Penyusunan Draft

Draft dirancang dimulai dengan menyusun dan mengurutkan topik/materi serta komponen-komponen yang disajikan pada e-modul sebagai berikut:

1. Sampul e-modul.
2. Kata pengantar.
3. Daftar isi.
4. Pendahuluan berisi tinjauan materi pembelajaran yang terdiri dari: deskripsi, kegunaan materi pembelajaran, capaian pembelajaran, alur tujuan pembelajaran, penjelasan tentang STEM, dan petunjuk penggunaan E-Modul.
5. Peta konsep.
6. Kegiatan pembelajaran menyajikan uraian-uraian materi yang terdiri atas dua kegiatan pembelajaran.

7. Kolom LKPD sesuai dengan materi di kegiatan pembelajaran 1.
8. Kolom soal latihan sesuai dengan materi di kegiatan pembelajaran 2.
9. Rangkuman.
10. Tes Formatif yang berisi soal-soal untuk mengevaluasi seberapa besar penguasaan materi peserta didik setelah melakukan kegiatan pembelajaran.
11. Kunci jawaban tes formatif.
12. Daftar Pustaka.
13. Glosarium.

1.1.2.3 Produksi Prototipe

Pembuatan prototipe e-modul dilakukan dengan menggunakan *software heyzine flipbooks* dan dipublikasikan dalam format html seperti pada gambar 4.1. Peneliti memilih *software* ini karena menawarkan keuntungan seperti kemungkinan untuk mengintegrasikan berbagai lingkungan belajar seperti video dan animasi ke dalam e-modul. *Software* ini juga menawarkan kemudahan penggunaan karena tidak memerlukan bahasa pemrograman apapun dalam proses produksinya, sehingga cukup mudah digunakan untuk pemula.

Peneliti merancang tata letak, isi, dan ilustrasi serta sampul e-modul dengan menggunakan microsoft word 2021 dan illustrator 2019. Format tampilan sampul dan isi e-modul dirancang semenarik mungkin agar peserta didik tidak merasa bosan dan lebih bersemangat saat mereka belajar menggunakan e-modul ini. File tersebut kemudian dikonversi dari format microsoft word ke pdf. Format ini nantinya akan digunakan dalam e-modul cetak atau tanpa koneksi internet karena video sudah dilengkapi link/barcode. Kemudian diunggah ke *heyzine flipbooks* untuk mendukung video, link, dan format lain untuk mendukung e-modul pada gambar 4.1. Setelah semua proses produksi selesai, prototipe akan diterbitkan dalam format html agar peserta didik dapat mengakses prototipe tersebut melalui link tautan yang diberikan.

Hasil prototipe yang dihasilkan pada gambar 4.2 di atas disebut sebagai prototipe satu, sebuah e-modul pemanasan global berbasis STEM untuk kelas X

SMA. E-modul ini juga mudah diakses secara online dengan menggunakan berbagai perangkat TIK seperti *smartphone*, laptop, dan komputer dengan sistem operasi Android dan iOS. Jika Anda menggunakan jenis perangkat yang berbeda, akan ada perbedaan tampilan seperti pada gambar 4.2.

4.1.3. Deskripsi Hasil Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan sesuai dengan prosedur evaluasi Tessmer. Ada lima langkah tahapan dalam penilaian Tessmer, namun hanya empat langkah yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu *self evaluation, expert review, one-to-one evaluation* dan *small group evaluation*. Masing-masing tahapan tersebut memiliki satu tujuan yaitu untuk mengetahui kelayakan e-modul yang dikembangkan untuk digunakan sebagai bahan pembelajran yang meliputi aspek validitas dan kepraktisan. Hasil dari tahap evaluasi dijelaskan di bawah ini.

4.1.3.1 *Self Evaluation*

Peneliti mengevaluasi e-modul atau prototipe satu yang telah dipublikasikan dibantu dosen pembimbing dalam menilai dan merevisi beberapa aspek. Aspek kelayakan konten, bahasa, dan kemudahan penggunaan dinilai dan dipantau. Langkah selanjutnya adalah prototipe satu yang menurut peneliti dan dosen pembimbing sudah baik dan berlaku dilanjutkan ke tahap *expert review* untuk divalidasi.

4.1.3.2 *Expert Review*

Tiga validator berpengalaman berpartisipasi dalam tahap *expert review* dari penelitian ini untuk memvalidasi prototipe satu. Pada tahap ini, tiga komponen dievaluasi dari perspektif validitas, yaitu materi, desain media dan bahasa serta desain pembelajaran. Instrumen yang diadaptasi dari instrumen penilaian buku teks siswa untuk peminatan fisika SMA/MA Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) digunakan sebagai formulir validasi ahli. Data dan informasi yang diperoleh pada tahap *expert review* dikumpulkan dengan menggunakan teknik *walkthrough* yang kemudian dianalisis dengan menggunakan skala likert.

Satu dari tiga validator ahli memvalidasi komponen materi, 1 validator memvalidasi desain media dan bahasa, dan 1 validator lainnya memvalidasi desain pembelajaran. Validator ahli terdiri dari: 2 dosen pendidikan fisika Universitas Sriwijaya memvalidasi komponen material serta desain media dan bahasa. Sementara komponen desain pembelajaran divalidasi oleh seorang guru fisika SMA yang telah berpengalaman dalam membuat bahan ajar elektronik.

Validator mengevaluasi prototipe satu dengan menandai *checklist* pada formulir validasi dan menambahkan komentar dan saran sesuai dengan perbaikan yang dilakukan pada prototipe satu. Kemudian validator membuat kesimpulan apakah prototipe tersebut yang akan diuji layak atau tidak. Hasil validasi *expert review* pada tahap ini disajikan pada Tabel 4.3, 4.4 dan 4.5 berikut ini.

Berdasarkan tabel 4.3, 4.4, dan 4.5 pada tahap *expert review* didapatkan bahwa rata-rata hasil penilaian validator pada aspek materi sebesar 95% dengan kategori sangat valid, rata-rata hasil penilaian validator pada aspek desain dan bahasa sebesar 98,93% dengan kategori sangat valid, dan rata-rata pada aspek desain pembelajaran sebesar 96,67% dengan kategori sangat valid. Sehingga prototipe satu terbukti sangat valid dengan rata-rata pada tahap *expert review* sebesar 96,87%.

Hasil validasi pada *expert review* yang menunjukkan bahwa prototipe satu e-modul tergolong dalam kategori sangat valid dan layak diujicobakan pada tahap selanjutnya. Akan tetapi, masih terdapat beberapa komentar atau saran yang diberikan validator terkait prototipe satu e-modul. Komentar atau saran ini kemudian dihimpun untuk digunakan sebagai bahan perbaikan seperti yang terlihat pada Tabel 4.6 berikut.

Komentar dan saran pada tahap *expert review* ini kemudian akan dijadikan sebagai bahan pertimbangan yang berguna untuk merevisi prototipe satu yang sudah valid untuk kemudian diujicobakan pada tahap selanjutnya yaitu *one-to-one evaluation* sebagai prototipe satu.

4.1.3.3 *One-to-one Evaluation*

Setelah prototipe satu diuji validitasnya dalam tahap *expert review*, kepraktisannya juga diuji pada tahap *one-to-one evaluation*, karena prototipe satu e-modul ini harus dinyatakan valid dan juga praktis sebelum dapat digunakan dalam *small group evaluation* untuk diuji coba. Dimana pada tahap ini instrumen peserta didik digunakan guna mengumpulkan informasi tentang penggunaan prototipe satu meliputi kemudahan penggunaan, kemenarikan sajian, dan manfaat untuk 18 pernyataan.

Peneliti melibatkan tiga peserta didik kelas X.10 di SMA Negeri 1 Indralaya sebagai subjek penelitian. Peserta didik mewakili kelompok dengan kemampuan akademik yang berbeda (tinggi, sedang, dan rendah). Peserta didik atas nama KN mewakili kelompok tinggi, atas nama SZ mewakili kelompok sedang, dan AB yang mewakili kelompok rendah. Hasil penilaian dari angket tanggapan peserta dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut.

Berdasarkan Tabel 4.8, diperoleh hasil tanggapan peserta didik pada tahap *one-to-one evaluation* terhadap penggunaan prototipe satu sebesar 90,84% sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan prototipe satu e-modul pemanasan global berbasis STEM untuk SMA kelas X dalam kategori sangat praktis. Selain diperoleh data berupa tingkat kepraktisan prototipe satu, pada tahap *one-to-one evaluation* ini juga diperoleh komentar dan saran yang diberikan oleh peserta didik seperti pada Tabel 4.9 berikut.

Komentar dan saran yang terkumpul dari tahap *one-to-one evaluation* ini kemudian dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk merevisi prototipe satu yang sudah valid dan praktis yang kemudian akan diujicobakan ke tahap *small group evaluation* sebagai prototipe dua.

4.1.3.4 *Small Group Evaluation*

Setelah prototipe satu dinyatakan valid dan juga praktis berdasarkan tahap *expert review* serta *one-to-one evaluation*, selanjutnya peneliti merevisi prototipe tersebut berdasarkan komentar dan saran yang telah diterima. Prototipe satu yang

telah direvisi tersebut disebut dengan prototipe dua yang kemudian diujicobakan pada kelompok kecil melalui tahap *small group evaluation* untuk mengetahui nilai kepraktisan prototipe dua e-modul.

Tahap *small group evaluation* ini dilakukan dengan mengujicobakan prototipe dua kepada 9 peserta didik kelas X.7 di SMA Negeri 1 Indralaya. Instrumen sama dengan instrumen yang digunakan pada tahap *one-to-one evaluation*. Pada akhir sesi ujicoba ini, peserta didik diminta untuk mengisi angket tanggapan dengan memberi *checklist*. Adapun hasil tanggapan dari peserta didik terhadap penggunaan prototipe dua e-modul dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini.

Pada tabel 4.11 ini dapat dilihat bahwa hasil tanggapan peserta didik terhadap penggunaan prototipe dua pada disetiap indikator yaitu kemudahan penggunaan sebesar 90,84% dengan kategori sangat praktis, kemenarikan sajian sebesar 92,89% dengan kategori sangat praktis, dan manfaat sebesar 92,45% dengan kategori sangat praktis. Apabila persentase ketiga indikator dirata-ratakan didapatkan hasil sebesar 92,06% dengan kategori sangat praktis. Dengan demikian, berdasarkan hasil ujicoba pada tahap *small group evaluation* tersebut, prototipe dua e-modul telah dinyatakan praktis. Selain diperoleh data berupa tingkat kepraktisa, pada tahap *small group evaluation* juga diperoleh komentar dan saran yang diberikan peserta didik untuk prototipe dua seperti pada Tabel 4.12 berikut.

4.2 Pembahasan

Bahan ajar adalah bahan ajar baik tertulis maupun tidak tertulis yang digunakan peserta didik untuk belajar. Salah satu jenis bahan ajar adalah e-modul atau modul pembelajaran yang didigitalkan sedemikian rupa sehingga penyajiannya tidak lagi berupa bahan ajar cetak, melainkan sebagai bahan ajar elektronik yang dapat diakses melalui perangkat elektronik. E-modul dapat dikembangkan dengan pendekatan STEM, yang mampu menggabungkan pembelajaran fisika dengan berbagai persoalan yang biasa dirasakan di lingkungan, sehingga memungkinkan peserta didik secara mandiri memecahkan masalah dan memahami perkembangan teknologi yang ada (Winarni et al., 2016).

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan produk e-modul yang valid dan praktis dengan berbasis STEM pada materi pemanasan global untuk peserta didik kelas X SMA. Agar tujuan tersebut dapat tercapai, penelitian dilakukan dengan menggunakan model pengembangan Rowntree yang merupakan model penelitian berorientasi produk. Model ini dipilih karena beberapa alasan, yaitu: (1) meliputi peserta didik, materi, dan bahan ajar untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan; (2) prosedural dan sistematis, (3) menawarkan kemungkinan untuk mengembangkan format evaluasi untuk mengukur komponen; (4) melibatkan para ahli.

Model Rowntree terdiri dari tiga langkah tahapan, yaitu tahap perencanaan, tahap pengembangan, dan tahap evaluasi. Tahap evaluasi dilakukan sesuai dengan prosedur evaluasi Tessmer yang digunakan pada penelitian, dimulai dengan *self evaluation, expert review, one-to-one evaluation*, dan *small group evaluation*. Tujuannya untuk mengetahui kelayakan e-modul yang dikembangkan dari aspek validitas dan kepraktisan. Akan tetapi, tahap akhir evaluasi Tessmer, yaitu *field test* atau uji lapangan tidak dilakukan karena peneliti tidak menguji keefektifan e-modul yang akan dikembangkan. Pembahasan setiap tahapan penelitian ini disajikan sebagai berikut (Wiyono et al., 2017).

4.2.1 Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan dilakukan dengan melakukan analisis kebutuhan dan merumuskan alur tujuan pembelajaran. Didapatakan sebanyak 70 peserta didik sebagai responden. Berdasarkan hasil survei tersebut diketahui bahwa perlu dilakukan pengembangan e-modul berbasis STEM pada materi pemnasan global untuk peserta didik kelas X SMA karena: 1) sebanyak 88,6% peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari materi pemanasan global, 2) kurang praktis dan menariknya bahan ajar yang digunakan sekarang ini berdasarkan tanggapan responden sebesar 52,9% dan 30%, 3) serta 17,1% lainnya beranggapan bahan ajar sangat monoton bagi mereka, 4) kemudian untuk solusi bahan ajar yang dibutuhkan sebanyak 92,9% peserta didik menjawab e-modul, 5) sebanyak 64,3% responden sangat mebutuhkannya dan 6) sebanyak 98,6% sangat setuju jika peneliti mengembangkan e-modul berbasis STEM untuk materi pemnasan global.

Analisis juga dilakukan pada capaian pembelajaran guna merumuskan alur tujuan pembelajaran. Secara keseluruhan terdapat lima alur tujuan pembelajaran yang terbagi menjadi dua kegiatan pembelajaran. Sehingga pada tiap kegiatan pembelajarannya memuat dua hingga tiga alur tujuan pembelajaran didalamnya.

4.2.2 Tahap Pengembangan

Pengembangan produk ini dilakukan dengan berpedoman pada GBIEM (Garis Besar Isi E-Modul) yang sebelumnya telah dirancang dan dibuat. Komponen-komponen dalam penyusun e-modul disusun sedemikian rupa sehingga memenuhi karakteristik e-modul yang mampu membelajarkan peserta didik secara mandiri. Terdapat 13 komponen e-modul yang disajikan dalam e-modul ini mulai dari bagian sampul hingga glosarium.

Prototipe e-modul diproduksi menggunakan *software heyzine flibooks*, yang diterbitkan dalam format html. Pemilihan format ini menyangkut e-modul yang fleksibel, memungkinkan peserta didik untuk mengakses e-modul secara online menggunakan berbagai alat TIK. *Heyzine flipbooks* adalah perangkat lunak (*software*) yang biasa digunakan untuk membuat materi pembelajaran menjadi lebih interaktif. Ada beberapa alasan untuk memilih *heyzine flibooks*, antara lain: 1) *heyzine flibooks* tidak memerlukan bahasa pemrograman sehingga pemula dapat menggunakannya dengan mudah, 2) dapat menambahkan berbagai media (gambar, video, audio, animasi, dan lab virtual).

Prototipe e-modul yang telah berhasil selesai diproduksi dan dipublikasikan inilah yang kemudian disebut sebagai prototipe satu. Prototipe satu ini diberi judul e-modul pemanasan global berbasis STEM untuk SMA kelas X.

4.2.3 Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dalam penelitian ini terbagi atas empat tahapan yaitu: 1) *self evaluation*, 2) *expert review*, 3) *one-to-one evaluation*, dan 4) *small group evaluation*. Untuk keempat dari tahap ini telah dilakukan pada bulan januari hingga maret 2023. Tiga validator ahli dilibatkan pada tahap *expert review* yang terdiri dari 2 dosen dan satu guru. Kemudian melibatkan tiga peserta didik kelas X.10 pada

tahap *one-to-one evaluation* dan sembilan peserta didik kelas X.7 pada tahap *small group evaluation* di SMA Negeri 1 Indralaya.

Tahap pertama, *self evaluation* dilakukan secara mandiri oleh peneliti dengan bantuan dosen pembimbing untuk mengevaluasi beberapa aspek. Aspek kelayakan isi, kebahasaan, dan kemudahan penggunaan dinilai secara mandiri. Kemudian prototipe satu yang menurut peneliti dan dosen pembimbing sudah baik, dibawa ke tahap selanjutnya yaitu *expert review* validasi.

Pada tahap kedua, *expert review* validitas prototipe satu diuji dengan menggunakan tiga komponen materi, desain dan bahasa serta desain pembelajaran. Instrumen validasi didasarkan pada instrumen evaluasi buku pelajaran fisika SMA/MA (BSNP, 2013) yang disesuaikan dengan tujuan pengembangan e-modul. Pada tahap ini, tiga ahli dilibatkan sebagai validator.

Hasil validasi dari ahli kemudian dikelompokkan sesuai kategori. Hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut: persentase komponen materi sebesar 95%; desain dan bahasa sebesar 98,93% desain pembelajaran; sebesar 96,67% yang ketiganya termasuk kategori sangat valid. Jika diambil rata-rata dari keseluruhan tiga validator tersebut didapatakan nilai sebesar 96,87% dengan kategori sangat valid sehingga layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Utami et al., 2019) dan (Wibowo & Pratiwi, 2018) yang menyatakan bahwa perangkat pembelajaran termasuk bahan ajar juga harus divalidasi oleh para ahli dan memiliki kriteria valid berdasarkan penilaian sebelum digunakan dalam pembelajaran.

Tahap ketiga dari penlitian ini yaitu *one-to-one evaluation*. Setelah diuji tingkat kevalidan melalui *expert review*, prototipe satu juga diuji kepraktisan melalui tahap ini. *One-to-one evaluation* dilakukan di SMA Negeri 1 Indralaya yang melibatkan tiga peserta didik kelas X.10 sebagai subjek penelitian. Peserta didik telah diberikan angket tanggapan yang berisi beberapa pernyataan terkait kepraktisan prototipe satu. Indikator kepraktisan yang ada dalam angket tersebut adalah kemudahan penggunaan, kemenarikan sajian, dan manfaat. Kemudian untuk data yang didapatkan dihitung dan dicari persentase hasil *one-to-one* dan *small group* (HEOS) yang berpedoman pada (Wiyono, 2015).

Berdasarkan angket tanggapan yang telah diisi oleh peserta didik, didapatkan rata-rata keseluruhan hasil pada tahap *one-to-one evaluation* tersebut adalah 90,84% dengan kategori sangat praktis. Selain memberikan tanggapannya terhadap prototipe satu, peserta didik juga memberikan komentar dan juga saran. Komentar dan saran yang didapatkan pada tahap *expert review* dan *one-to-one evaluation* ini kemudian dihimpun dan digunakan sebagai pertimbangan untuk merevisi dari prototipe satu.

Tahap keempat hampir sama dengan tahap *one-to-one evaluation*, tahap *small group evaluation* ini dilakukan untuk menguji kepraktisan produk prototipe dua yang dikembangkan. Instrumen kepraktisan yang digunakan pada tahap ini sama dengan tahap sebelumnya yaitu *one-to-one evaluation*. Terdapat sembilan peserta didik kelas X.7 SMA Negeri 1 Indralaya yang dilibatkan pada tahap ini. Berdasarkan angket tanggapan yang telah diisi oleh peserta didik tersebut, didapatkan rata-rata keseluruhan hasil pada tahap *small group evaluation* adalah 92,06% dengan kategori sangat praktis. Sehingga secara keselurahan, baik dari tahap *one-to-one evalaution* ataupun *small group evaluation*, e-modul yang dikembangkan memiliki kriteria sangat praktis oleh peserta didik yang berarti e-modul ini mudah digunakan, memiliki daya tarik, dan juga bermanfaat. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (Destiani et al., 2017) yang menyatakan bahwa bahan ajar yang dikembangkan sudah tergolong pada kategori valid dan praktis layak untuk digunakan sebagai bahan ajar pelengkap atau pendukung dalam pembelajaran.

4.3 Kelebihan dan Kekurangan

Adapun kelebihan dan kelemahan e-modul pemanasan global berbasis STEM untuk SMA Kelas X yang telah berhasil peneliti kembangkan adalah sebagai berikut:

4.3.1 Kelebihan

1. Materi yang disajikan pada e-modul sudah mampu menghubungkan pembelajaran fisika dengan berbagai hal yang sering dirasakan dan terjadi di lingkungan sekitar serta sesuai dengan perkembangan teknologi. Oleh

karena itu, e-modul ini dapat membantu peserta didik lebih memahami konsep materi pemanasan global.

2. E-Modul yang telah berhasil diproduksi menggunakan *heyzine flipbooks* memuat berbagai media pembelajaran seperti teks, gambar, video, dan animasi.
3. E-Modul yang telah berhasil dikembangakn dilengkapi dengan latihan soal dan tes formatif sehingga peserta didik dapat mengukur secara mandiri tingkat penguasaan materi yang telah mereka pelajari.
4. E-Modul pemanasan global ini dapat dengan mudah diakses menggunakan berbagai perangkat TIK. Selain itu, dapat diakses secara *offline* menggunakan file pdf yang di dalamnya sudah disediakan barcode/link untuk di scan dan dapat langsung membuka video.

4.3.2 Kekurangan

1. Ukuran file e-modul yang cukup besar menyebabkan proses memuat menjadi lebih lama terutama jika koneksi jaringan internet tidak stabil atau buruk.
2. Efektivitas penggunaan e-modul dalam pembelajaran belum dapat dilihat karena tidak belum diujicobakan melalui tahap *field test*.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan e-modul berbasis STEM pada materi pemanasan global untuk peserta didik kelas X SMA yang telah berhasil dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Telah berhasil dikembangkan e-modul berbasis STEM pada materi pemanasan global untuk peserta didik kelas X SMA yang dinyatakan valid berdasarkan uji validitas dengan persentase komponen materi sebesar 95%; desain dan bahasa sebesar 98,93%; desain pembelajaran sebesar 96,67% yang ketiganya termasuk kategori sangat valid.
2. Telah berhasil dikembangkan e-modul berbasis STEM pada materi pemanasan global untuk peserta didik kelas X SMA yang dinyatakan praktis berdasarkan uji kepraktisan dengan persentase kepraktisan sebesar 90,84% pada tahap *one-to-one evaluation* dan 92,06% pada tahap *small group evaluation*.

Dengan demikian, e-modul berbasis STEM yang telah berhasil dikembangkan melalui penelitian ini dapat dinyatakan layak untuk digunakan dalam pembelajaran sebagai bahan ajar pada materi pemanasan global untuk peserta didik kelas X SMA.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan e-modul berbasis STEM pada materi pemanasan global untuk peserta didik kelas X SMA yang telah berhasil dilakukan terdapat beberapa saran atau masukan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada tahap *field test* untuk mengetahui tingkat efektivitas pada penggunaan e-modul dalam pembelajaran.
2. Perlu dikembangkan lebih banyak lagi e-modul berbasis STEM untuk materi yang berbeda.

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL UNTUK PESERTA DIDIK KELAS X SMA

ORIGINALITY REPORT

12%	7%	4%	12%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	8%
2	setditjen.dikdasmen.kemdikbud.go.id Internet Source	1%
3	Submitted to North West University Student Paper	1%
4	digilib.unila.ac.id Internet Source	1%
5	pt.scribd.com Internet Source	1%
6	Mazetha Ramadayanty, Sutarno Sutarno, Eko Risdianto. "PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA BERBASIS MULTIPLE REPRSENTATION UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA", Jurnal Kumparan Fisika, 2021 Publication	1%
7	jurnalp4i.com Internet Source	1%

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 1%
Exclude bibliography	On		

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL UNTUK PESERTA DIDIK KELAS X SMA

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Indralaya Ogan Ilir 30662, Telp: (0711) 580058
Laman: www.fkip.unsri.ac.id , Pos-el: support@fkip.unsri.ac.id

SURAT KETERANGAN PENGECEKAN SIMILARITY

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Akbar Ardy Nugraha
NIM	: 06111281924056
Program Studi	: Pendidikan Fisika
Jurusan	: Pendidikan MIPA
Fakultas	: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Menyatakan bahwa benar hasil pengecekan similarity Skripsi/Tesis/Disertasi/Lap. Penelitian yang berjudul **"Pengembangan E-Modul Berbasis STEM pada Materi Pemanasan Global untuk Peserta Didik Kelas X SMA"** adalah 12%.

Dicek oleh operator *: 1. Dosen Pembimbing
2. UPT Perpustakaan
3. Operator Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Demikianlah surat keterangan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat saya pertanggung jawabkan.

Indralaya, 06 April 2023

Menyetujui
Koordinator Program Studi Pendidikan Fisika,

Saparini, S.Pd., M.Pd
NIP. 198610052015042002

Yang menyatakan,

Akbar Ardy Nugraha
NIM.06111281924056

*Lingkari salah satu jawaban tempat anda melakukan pengecekan Similarity

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Indralaya Ogan Ilir 30662, Telp: (0711) 580058
Laman: www.fkip.unsri.ac.id , Pos-el: support@fkip.unsri.ac.id

SURAT BEBAS PLAGIAT

Nama	: Akbar Ardy Nugraha
NIM	: 06111281924056
Program Studi	: Pendidikan Fisika
Jurusan	: Pendidikan MIPA
Fakultas	: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi **"Pengembangan E-Modul Berbasis STEM pada Materi Pemanasan Global untuk Peserta Didik Kelas X SMA"** benar bebas dari plagiat, telah dilakukan pengecekan melalui perpustakaan Universitas Sriwijaya dengan keterangan sebagai berikut:

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL UNTUK PESERTA DIDIK KELAS X SMA

ORIGINALITY REPORT

12%	7%	4%	12%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	8%
2	setditjen.dikdasmen.kemdikbud.go.id Internet Source	1%
3	Submitted to North West University Student Paper	1%
4	digilib.unila.ac.id Internet Source	1%
5	pt.scribd.com Internet Source	1%
6	Mazetha Ramadayanty, Sutarno Sutarno, Eko Risdianto. "PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA BERBASIS MULTIPLE REPRSENTATION UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH SISWA", Jurnal Kumparan Fisika, 2021 Publication	1%
7	jurnalp4i.com Internet Source	1%

Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku. Demikianlah surat ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana semestinya.

Indralaya, 06 April 2023

Akbar Ardy Nugraha
NIM. 06111281924056