

BAB 2 LANDASAN TEORI DAN DESAIN PRODUK

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas (Umbaryati, 2021). Menurut Departemen Pendidikan Nasional (2008) LKPD (*student worksheet*) adalah lembaran-lembaran tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik yang berisi petunjuk dan langkah-langkah untuk mencapai Kompetensi Dasar (KD) yang akan dicapainya. Berdasarkan pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa LKPD merupakan lembar kerja yang berisi tugas atau aktivitas yang harus dikerjakan peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran melalui langkah-langkah yang sistematis.

Menurut Prastowo (2014), tujuan dari LKPD yaitu:

- a. Membantu peserta didik untuk menemukan konsep dan ilmu pengetahuan atau materi yang dipelajari, dimana pemahaman tentang konsep tersebut dapat dikonstruksi secara mandiri sehingga semakin lebih lama diingat peserta didik.
- b. Membantu peserta didik untuk mengaplikasikan konsep yang telah ditemukan di kehidupan sehari-hari.
- c. Mempermudah peserta didik dalam proses pembelajaran karena prosedur telah ditulis runtut dalam LKPD.
- d. Dijadikan sebagai bahan untuk penguatan konsep bagi peserta didik.
- e. Berfungsi sebagai prosedur pelaksanaan praktikum yang dilakukan.

2.1.2 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)

LKPD dapat dikategorikan menjadi dua macam, yaitu LKPD cetak dan LKPD Elektronik (E-LKPD). Jika pada umumnya LKPD cetak digunakan dalam pembelajaran di kelas dan hanya menampilkan teks dan tidak dapat menyajikan audio, video, maupun animasi, LKPD cetak dipandang kurang interaktif. Sejalan dengan keterampilan abad 21 yang harus diperoleh dan guna menunjang kelemahan

LKPD, maka perlu adanya pengembangan LKPD yang diintegrasikan dengan teknologi yaitu melalui E-LKPD.

E-LKPD merupakan salah satu pengembangan dari LKPD interaktif. LKPD elektronik ini dapat dirancang dan dikreasikan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dalam proses pembelajaran serta kreativitas masing-masing pendidik, dimana nantinya peserta didik dapat mengakses LKPD elektronik melalui jaringan internet dengan harapan dapat membantu peserta didik untuk lebih memahami materi yang diberikan oleh pendidik sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai (Nurhidayati, 2019).

Menurut Apriliyani & Mulyatna (2021), keunggulan E-LKPD yaitu (1) peserta didik dapat melihat materi dan soal-soal dari mana saja atau interaksi multiarah; (2) peserta didik dapat menggunakan gawai atau *smartphone* mereka dalam pembelajaran; (3) peserta didik dapat mengenal metode pembelajaran yang baru dan menarik; (4) penyajian materi dan soal-soal pada E-LKPD lebih menarik yang dapat meningkatkan minat belajar peserta didik.

Dalam penelitian ini E-LKPD yang akan dikembangkan yaitu E-LKPD penemuan, LKPD penemuan adalah LKPD yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep (Raudoh, 2023). LKPD jenis ini memuat apa yang harus dilakukan peserta didik dalam proses pembelajaran. Sebagai bentuk pengembangan, E-LKPD penemuan dirancang dalam format bahan ajar interaktif yang memanfaatkan teknologi digital sehingga mendukung peserta didik dalam menemukan konsep secara mandiri. Struktur dari pengembangan E-LKPD penemuan mengikuti Departemen Pendidikan Nasional (2008), yang mencakup: 1) Judul, 2) Petunjuk belajar, 3) Kompetensi Dasar (KD), 4) Informasi pendukung, 5) Tugas atau langkah kerja, dan 6) Penilaian. Dengan struktur tersebut, E-LKPD dapat menjadi alat untuk mendukung pembelajaran sekaligus mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran.

2.1.3 *Project, Activity, Cooperative Learning, Exercise (PACE)*

Model PACE dikembangkan oleh Lee Carl di Central Michigan University pada tahun 1998. Model PACE berusaha untuk memberikan kerangka kerja

terstruktur untuk mengintegrasikan proyek-proyek, aktivitas langsung yang dilakukan secara kooperatif di lingkungan kelas (Lee, 1998). Lee juga menjelaskan model PACE bertujuan untuk mengintegrasikan teknik-teknik inovatif baru sekaligus mempertahankan keunggulan pendekatan tradisional berupa struktur yang terorganisir. Model ini menyediakan pendekatan untuk menjalankan tiga komponen dalam pembelajaran, yaitu konten, pedagogi, dan teknologi.

Untuk mengatasi kurang terlatihnya peserta didik dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang diberikan oleh pendidik, maka diperlukan suatu model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam proses pembelajaran yang kontekstual sehingga dapat membantu peserta didik untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (Dwiyani et al., 2021). Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penerapan model yang sesuai untuk peserta didik. Model yang dipilih adalah model pembelajaran *Project, Activity, Cooperative Learning, Exercise* (PACE).

Lee (1998) mengemukakan bahwa sintaks model PACE terdiri dari empat fase antara lain: (1) *Project*; (2) *Activity*; (3) *Cooperative Learning*; dan (4) *Exercise*. Langkah-langkah pembelajaran berbasis model PACE tertera pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Sintaks Model PACE

Fase	Sintaks	Kegiatan Peserta Didik
1	<i>Project</i>	Peserta didik diberikan tugas untuk mencari solusi terhadap masalah yang ditentukan. Peserta didik harus berpartisipasi secara aktif
2	<i>Activity</i>	Peserta didik melakukan praktikum dan disediakan E-LKPD sebagai sarana pendukung
3	<i>Cooperatif Learning</i>	Peserta didik berdiskusi dan mengemukakan temuan yang diperoleh pada tahap aktivitas
4	<i>Exercise</i>	Peserta didik menyelesaikan serangkaian soal latihan yang terintegrasi di dalam E-LKPD yang tersedia

Hal yang membedakan PACE dengan model lain adalah pendekatan sistematis yang mengintegrasikan empat sintaks utama *Project, Activity, Cooperative Learning*, dan *Exercise* dalam satu alur yang mendalam dan berkesinambungan. PACE berbeda karena tidak hanya berfokus pada penyampaian materi, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif peserta didik di setiap tahap pembelajaran. Pada tahap *project*, peserta didik diundang untuk aktif mencari solusi

terhadap masalah nyata, yang mengharuskan mereka menggunakan pemikiran kritis dan kreatif, serta menghubungkan teori dengan aplikasi kehidupan sehari-hari. *Activity* memberikan pengalaman langsung melalui eksperimen atau kegiatan praktik yang relevan, memungkinkan peserta didik untuk memahami konsep-konsep abstrak secara lebih konkret.

Selanjutnya, *cooperative learning* mendorong pembelajaran berbasis kolaborasi, di mana peserta didik bekerja dalam kelompok untuk berbagi ide, temuan, dan berdiskusi, yang memperkaya pemahaman mereka serta mengembangkan keterampilan komunikasi dan kerja tim. *Exercise* memastikan bahwa peserta didik dapat mengevaluasi pemahaman mereka dengan latihan soal yang terintegrasi dalam media seperti E-LKPD, memperkuat pemahaman mereka melalui latihan berulang. Keunggulan model PACE terletak pada kemampuannya untuk menggabungkan elemen-elemen kognitif, psikomotorik, dan afektif dalam satu kerangka pembelajaran yang holistik. Dibandingkan dengan model pembelajaran lainnya, PACE lebih unggul karena tidak hanya berfokus pada satu aspek, tetapi juga mengintegrasikan pemecahan masalah, praktik langsung, kerjasama, dan evaluasi berkelanjutan, menjadikannya pilihan yang lebih komprehensif dan efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran yang lebih dalam.

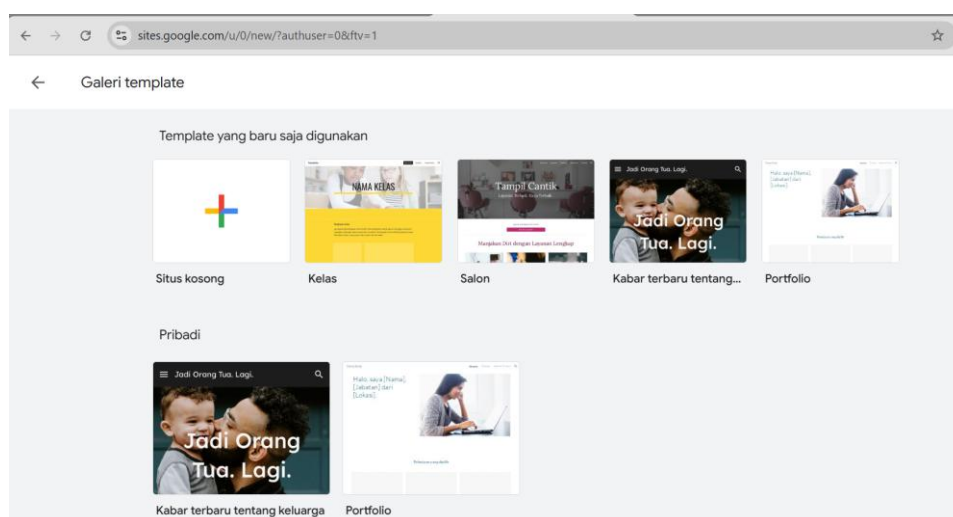
2.1.4 Google Sites

Google Sites adalah suatu layanan *web hosting* gratis yang disediakan oleh *Google*, melalui *Google Sites* dapat menciptakan seluruh situs *web* yang digunakan untuk menyajikan berbagai kepentingan di internet (Setiawan et al., 2022). *Google Sites* juga memiliki kelebihan yaitu mudah mengakses informasi yang dibutuhkan secara cepat, karena bisa menambahkan berkas *file* lampiran serta informasi *Google* lainnya seperti *Google Docs*, *Google Sheets*, *Google Forms*, *Google Slides*, *Google Calendar*, *awesome table*, video dari *YouTube* dan lainnya (Megawati et al., 2022). Selain itu, *Google Sites* juga tidak menggunakan bahasa pemrograman sehingga semua orang dapat mengakses dan membuat laman mereka sendiri secara gratis di *Goole Sites*.

Tampilan antarmuka yang ramah pengguna membuat pendidik lebih mudah menggunakannya sebagai media pembelajaran. Beberapa fitur yang tersedia pada *Google Sites* yaitu:

a. *Template Gallery*

Google Sites menawarkan berbagai templat siap pakai yang dapat disesuaikan dengan beragam kebutuhan. Pendidik bisa memilih templat berdasarkan jenis materi yang ingin disampaikan, proyek, atau evaluasi. Setelah templat dipilih, pendidik dapat mengatur tampilan dan struktur situs agar lebih menarik dan relevan dengan materi yang disampaikan. Dengan ini, pembuatan situs dapat dilakukan lebih efisien. Tampilan fitur *template gallery* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tampilan Fitur *Template Gallery*

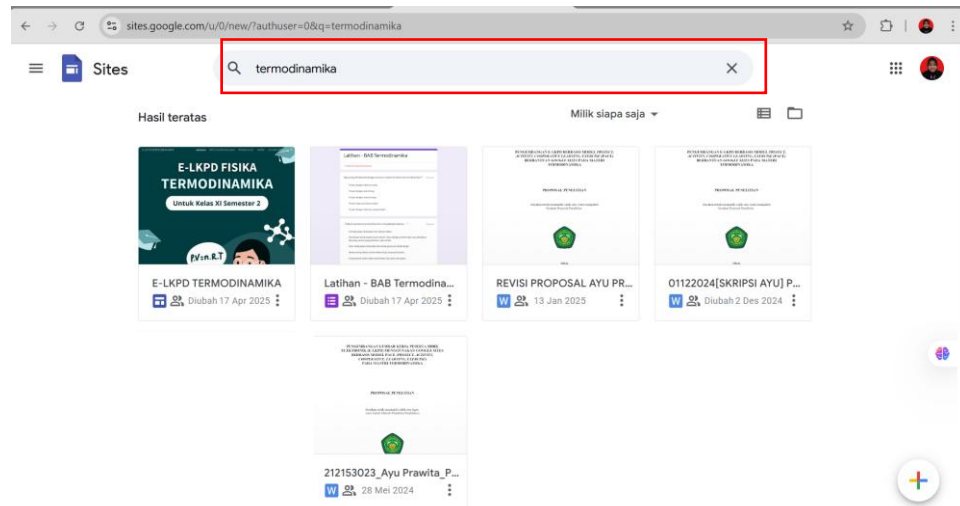
b. *Drag and Drop*

Pendidik dapat menambahkan elemen seperti teks, gambar, video, audio, atau dokumen lainnya ke halaman situs dengan cepat, seperti menyisipkan video pembelajaran atau kuis interaktif langsung ke situs. Dengan fitur ini, pembuatan halaman pembelajaran yang interaktif dapat dilakukan lebih efisien.

c. Pencarian

Google Sites mempermudah peserta didik dalam menemukan informasi atau materi pelajaran yang diunggah oleh pendidik. Dengan fitur pencarian, peserta didik dapat menyortir halaman, dokumen, atau video yang dibutuhkan, sehingga

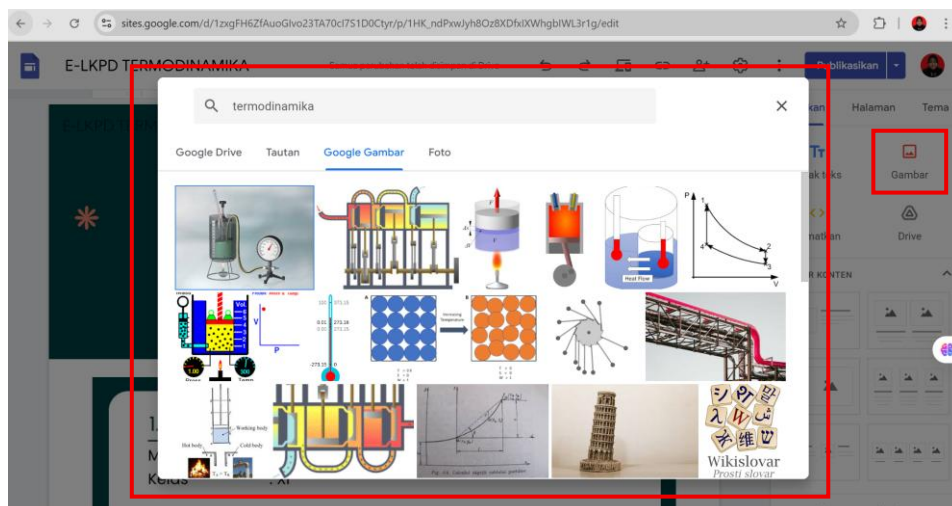
akses ke sumber pembelajaran menjadi lebih efisien. Tampilan fitur pencarian dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tampilan Fitur Pencarian

d. *Image Carousel*

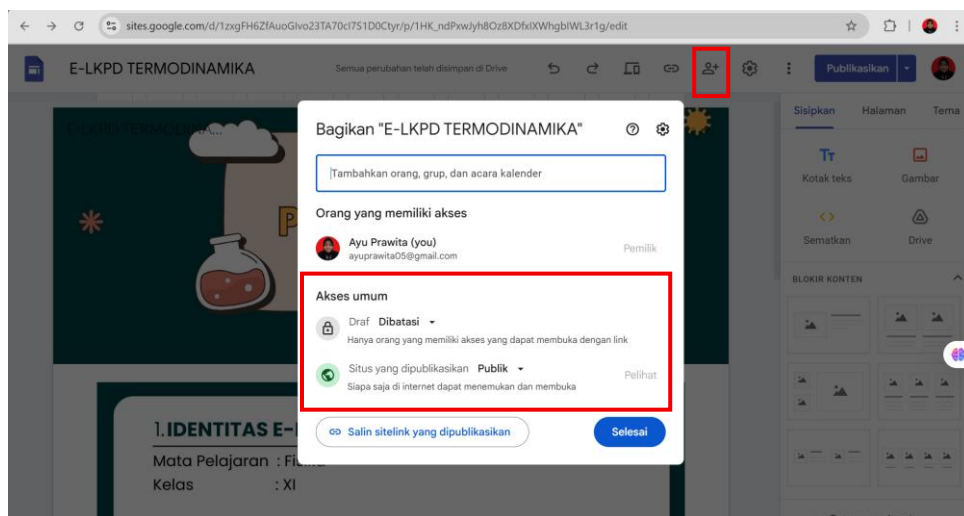
Google Sites juga menyediakan fitur *image carousel* yang memungkinkan pendidik menampilkan sejumlah gambar atau infografis pendukung pembelajaran. Fitur ini bermanfaat dalam memperkaya materi pelajaran melalui elemen visual, seperti gambar atau ilustrasi konsep ilmiah. Tampilan fitur ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tampilan Fitur *Image Carousel*

e. *Sharing With Others*

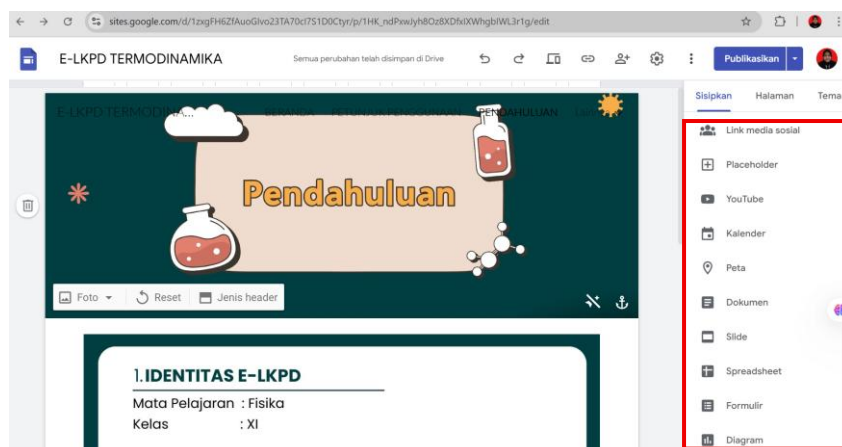
Google Sites menyediakan fleksibilitas bagi pendidik untuk mendistribusikan halaman atau situs pembelajaran kepada peserta didik. Pendidik memiliki kapabilitas untuk mengonfigurasi hak akses, meliputi otorisasi tampilan, pemberian komentar, atau penyuntingan konten. Fitur ini memperkuat kolaborasi antara peserta didik dan pendidik, bahkan juga dengan orang tua. Tampilan fitur ini dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tampilan Fitur *Sharing with Others*

f. *Google Workspace*

Google Sites dirancang untuk terintegrasi dengan berbagai produk *Google Workspace*, seperti *Google Drive*, *Google Calendar*, *Google Docs*, *Google Sheets*, *Google Slides*, dan lainnya. Integrasi ini memudahkan pengguna untuk langsung menyematkan berbagai dokumen dan konten ke dalam situs. Integrasi ini menjadi salah satu keunggulan utama *Google Sites* yang tidak banyak ditemukan di platform situs lain. Tampilan fitur ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Tampilan Fitur *Google Workspace*

2.1.5 E-LKPD Berbasis Model PACE Berbantuan *Google Sites*

E-LKPD berbasis model PACE adalah perangkat pembelajaran digital yang dirancang menggunakan pendekatan PACE. Model ini dirancang untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik melalui proyek, aktivitas langsung, pembelajaran kooperatif, dan latihan terarah yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan pemahaman konsep melalui aktivitas peserta didik berbasis proyek. Model PACE memadukan empat komponen utama, yaitu proyek, yang mendorong peserta didik untuk menyelesaikan masalah yang diberikan, aktivitas yang melibatkan eksplorasi atau eksperimen untuk memahami konsep secara mendalam, pembelajaran kooperatif berupa pembelajaran berkelompok, serta latihan yang bertujuan untuk memperkuat pemahaman peserta didik melalui soal, refleksi, atau evaluasi.

Struktur E-LKPD ini dirancang secara sistematis untuk memandu peserta didik melalui berbagai tahapan pembelajaran, yaitu:

a. Judul

Bagian ini dirancang dengan singkat dan jelas, memuat topik utama yang relevan dengan isi yang akan dipelajari dalam E-LKPD.

b. Petunjuk Belajar

Berisi panduan teknis yang menjelaskan cara menggunakan E-LKPD, yaitu langkah-langkah membuka dan menavigasi E-LKPD, mengakses konten tambahan seperti video, animasi, atau tautan sumber belajar, instruksi untuk menjawab pertanyaan, serta penjelasan mengenai alat atau aplikasi tambahan yang diperlukan

jika ada. Sehingga pengguna dapat memahami cara kerja E-LKPD dan dapat memanfaatkannya secara optimal.

c. Tujuan Pembelajaran

Memuat pernyataan tentang kompetensi yang harus dicapai peserta didik menyelesaikan penggunaan E-LKPD. Tujuan pembelajaran ini mencakup: 1) Aspek Kognitif, yaitu pemahaman atau konsep yang harus dikuasai, 2) Aspek Afektif, yaitu sikap yang harus dikembangkan terkait materi, dan 3) Aspek Psikomotorik, yaitu keterampilan yang harus dimiliki setelah pembelajaran. Hal tersebut bertujuan untuk mengarahkan pembelajaran ke hasil yang diharapkan secara jelas dan terukur.

d. Informasi Pendukung

Memuat materi tambahan yang membantu peserta didik memahami konsep yang akan dipelajari. Informasinya dapat berupa teks deskriptif, gambar atau grafik penjelas, video atau animasi interaktif untuk memvisualisasikan konsep fisika, serta tautan ke sumber eksternal seperti artikel atau simulasi daring.

e. Langkah Kerja

Tahap inti dari E-LKPD adalah langkah kerja, peserta didik dipandu untuk menyelesaikan tugas sesuai dengan tahapan PACE. Pada langkah kerja, peserta didik diberikan instruksi untuk menyelesaikan tugas yang lebih mendalam, seperti eksperimen atau proyek. Dalam sintaks *project*, peserta didik diberikan tugas untuk mencari solusi terhadap masalah yang telah ditentukan, dan pada bagian *activity*, mereka melakukan praktikum atau eksperimen yang didukung oleh E-LKPD. Selain itu, *cooperative learning* berperan dalam langkah kerja, peserta didik akan bekerja bersama dalam kelompok untuk mendiskusikan hasil temuan dari eksperimen atau proyek yang dilakukan. Kolaborasi ini mendorong peserta didik untuk saling bertukar ide, mengemukakan pendapat, dan menemukan solusi secara bersama-sama.

Fitur-fitur *Google Sites* yang dapat dimanfaatkan pada langkah kerja E-LKPD berbasis model PACE mencakup berbagai elemen yang mendukung pembelajaran interaktif dan kolaboratif. Salah satunya adalah pengunggahan dan berbagi dokumen, di mana peserta didik dapat mengunggah hasil eksperimen atau

laporan dalam bentuk *Google Docs* atau *Google Sheets*, memungkinkan kolaborasi secara *real-time* dalam penyusunan laporan. Selain itu, forum diskusi di *Google Sites* memungkinkan peserta didik untuk berbagi hasil temuan mereka dan berdiskusi dengan teman sekelas, mendukung pembelajaran kooperatif melalui pertukaran ide dan umpan balik. Simulasi interaktif juga dapat ditambahkan ke dalam *Google Sites*, seperti video, animasi, atau simulasi, untuk memperjelas pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep yang lebih kompleks, seperti eksperimen dalam termodinamika. Terakhir, pengumpulan tugas dapat dilakukan melalui formulir atau sistem penilaian yang ada di dalam *Google Sites*, mempermudah pengumpulan tugas secara terorganisir dan efisien. Pada bagian *Exercise*, soal latihan yang terintegrasi dalam E-LKPD dapat dibuat menggunakan *Google Worksheet*, memungkinkan peserta didik untuk mengisi soal-soal latihan secara langsung, memperoleh umpan balik otomatis, dan berlatih soal-soal yang relevan dengan materi pembelajaran. Fitur-fitur ini secara keseluruhan mendukung evaluasi berkelanjutan dan membantu peserta didik memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep yang dipelajari.

Model ini mengintegrasikan teknologi digital, pembelajaran berbasis proyek, dan kolaborasi, sehingga mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kerja sama. Dengan fleksibilitasnya, E-LKPD berbasis PACE dapat digunakan dalam berbagai konteks pembelajaran untuk menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan bermakna.

2.1.6 Materi Termodinamika

a. Termodinamika

Termodinamika, sebuah cabang ilmu dalam domain fisika, merentangkan hukum-hukum yang mengatur dinamika perpindahan kalor dan usaha. Asal usul istilah ini, berasal dari penggabungan "*thermos*", yang merujuk pada panas, dan "*dynamic*", yang menggambarkan perubahan. Dalam cakupan umumnya, termodinamika merupakan cabang pengetahuan yang meneliti perihal energi, dengan fokus spesifik pada relasi antara energi panas dan proses kerjanya. Termodinamika secara tajam mengarah pada pemahaman tentang bagaimana energi panas berinteraksi dengan cara kerja sistemnya. Energi tersebut memiliki

kemampuan transformatif, mampu bermetamorfosis dari satu bentuk ke bentuk lainnya, baik melalui proses alamiah ataupun hasil dari rekayasa teknologi yang terkendali.

Kalor, sebagai manifestasi dari perpindahan energi yang terjadi akibat ketidakseimbangan suhu antara dua benda atau sistem, secara dinamis mengalir baik dari sistem ke lingkungan sekitarnya maupun sebaliknya. Ini terjadi karena perbedaan suhu memicu pergerakan energi termal, yang mengarahkan kalor dari daerah dengan suhu lebih tinggi ke daerah dengan suhu lebih rendah. Oleh karena itu, jika suhu sistem melebihi suhu lingkungan, kalor akan bergerak dari sistem ke lingkungan, sementara jika suhu lingkungan lebih tinggi dari suhu sistem, kalor akan mengalir dari lingkungan ke sistem.

Dalam termodinamika terdapat 3 hukum yang berlaku, yaitu sebagai berikut.

1) Hukum Termodinamika I

Pada hukum Termodinamika I ini menyatakan *“Energi Tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, melainkan hanya bisa diubah bentuknya saja.”* Dalam sejalan dengan prinsipnya, energi yang diserap melalui proses pemanasan akan selalu setara dengan kerja luar yang dihasilkan, yang kemudian ditambah dengan energi internal yang diakuisisi sebagai akibat dari peningkatan suhu.. Secara tidak langsung, Rumus Hukum Termodinamika I:

$$Q = W + \Delta U \quad (2.1)$$

Hukum Termodinamika I ini berkaitan dengan kekekalan energi. Dalam Hukum Termodinamika I terdapat 4 proses, yaitu:

a. Proses Isotermal

Proses isotermal, yang berlangsung pada suhu tetap, mengacu pada kondisi di mana energi internal sistem tetap konstan. Sesuai dengan Hukum Termodinamika Pertama, jumlah panas yang diserap sama dengan kerja yang dilakukan oleh sistem ($Q = W$).

b. Proses Isohorik

Ketika gas menjalani proses termodinamika dengan volume yang dipertahankan pada nilai tertentu, maka gas tersebut sedang mengalami proses isokhorik.

c. Proses Isobarik

Saat gas menjalani suatu transformasi termodinamika dengan tujuan mempertahankan tekanan pada suatu nilai tetap, fenomena tersebut dapat dikarakterisasi sebagai proses isobarik. Sebagai contoh yang kongkret, ketika air mendidih pada tekanan yang stabil, ini merupakan sebuah ilustrasi dari proses isobarik. Situasi ini terjadi karena gas, dalam hal ini uap air, mengalami perubahan volume sementara tekanannya tetap konstan.

2) Hukum Termodinamika II

Dalam Hukum Termodinamika II ini berkaitan dengan entropi dan memiliki kecenderungan yang dari waktu ke waktu, perbedaan suhu, tekanan, dan menyeimbangkan potensi kimia dalam terisolasinya sistem fisik. Entropi adalah keseimbangan termodinamis, terutama mengenai perubahan energi. Dalam Hukum Termodinamika II ini menyatakan bahwa: *“Kalor mengalir secara spontan dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah dan tidak mengalir secara spontan dalam arah kebalikannya.”*

3) Hukum Termodinamika III

Hukum Termodinamika III mempertimbangkan konsep temperatur mutlak terendah, atau nol absolut, dalam konteksnya. Hukum ini juga menyatakan bahwa *“Pada saat suatu sistem mencapai temperatur nol absolut, semua proses akan berhenti dan entropi sistem akan mendekati nilai minimum”*.

d. Aplikasi Termodinamika

1) Rice Cooker

Prinsip kerja *rice cooker* ditandai oleh aktivasi saklar yang terhubung secara sinergis dengan elemen pemanas utamanya. Saat terjadi interkoneksi ini, aliran listrik segera terarahkan ke elemen utama, diindikasikan dengan penyaluran daya yang tercermin melalui penerangan lampu pada panel kontrol *rice cooker*. Pada tahap kritis ketika suhu mencapai puncaknya dan nasi telah matang secara optimal, perangkat *thermostat* menjadi penentu keputusan penting. *Tripping* yang diinisiasi

oleh *thermostat* secara langsung memicu perubahan posisi saklar, mengalihkan aliran listrik untuk mendukung elemen pemanas nasi, yang mana proses ini diatur dan disesuaikan melalui mekanisme thermostat yang cerdas.

Bila kita menyaksikan perubahan bentuk dan sifat nasi, awalnya berupa biji beras yang keras, namun saat berada dalam kondisi air dan terkena panas, biji tersebut bermetamorfosis menjadi substansi yang lembut dan dapat dikonsumsi dengan mudah. Sejalan dengan itu, suatu substansi cair akan mengalami proses penguapan apabila tekanan uap gas yang diproduksi oleh substansi tersebut menyamai tekanan dari lingkungannya ($P_{\text{uap}} = P_{\text{cair}}$). Dengan demikian, titik didih substansi cair bisa disesuaikan melalui peningkatan tekanan eksternal yang diberikan pada substansi tersebut.

2) Termos

Penerapan Hukum Termodinamika 1 memungkinkan suhu panas terisolasi dari lingkungan luar dengan adanya ruang hampa dalam termos. Ruang hampa tersebut mampu menghalangi terjadinya perpindahan kalor maupun benda dari lingkungan luar. Materi yang mempergunakan prinsip adiabatik dalam termos membatasi atau bahkan mengeliminasi interaksi antara sistem termos dan lingkungannya. Tanpa adanya interaksi ini, tidak ada aliran panas yang terjadi antara isi termos dan lingkungan sekitarnya. Dampaknya adalah tidak terjadi perubahan suhu yang signifikan di dalam termos. Dengan menggunakan bahan adiabatik ini, termos dapat menjaga suhu cairan di dalamnya tanpa mengalami penurunan yang cepat.

3) Lemari Pendingin

Lemari es beroperasi dengan mentransfer kalor atau panas ke luar dari lingkungan yang dingin. Jadi, kalor tersebut dibuang ke lingkungan yang hangat, di luar kulkas. Dengan begitu, lingkungan di dalam kulkas akan tetap dingin.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Bagian ini memuat penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dan dianggap relevan atau mempunyai keterkaitan dengan topik yang akan diteliti. Hal ini diperlukan untuk menghindari terjadinya pengulangan penelitian dengan

pokok permasalahan yang sama. Penelitian yang relevan dalam penelitian ini juga bermakna sebagai referensi yang mutakhir berhubungan dengan penelitian yang akan dibahas. Terdapat beberapa penelitian yang relevan, diantaranya sebagai berikut.

Penelitian yang dilakukan oleh Aryadi & Ahmatika (2018) dengan judul penelitian “Penerapan Model Pembelajaran PACE (*Project, Activity, Cooperative Learning, Exercise*) untuk Meningkatkan Kemampuan Pembuktian Matematis Peserta Didik SMA” relevan dengan penelitian penulis terkait model pembelajaran PACE. Hal yang membedakan dengan penelitian penulis adalah metode penelitian. Penulis menggunakan metode *Research & Development* (R&D), sedangkan Aryadi & Ahmatika (2018) menggunakan metode penelitian eksperimen.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fitriyah et al. (2021) yang berjudul “Pengembangan E-LKPD Berbasis Android dengan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa E-LKPD terbukti efektif dalam memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, membantu peserta didik lebih mandiri, dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan fitur tambahan seperti video pendukung dan pengujian pada populasi yang lebih luas untuk meningkatkan manfaatnya. Hal tersebut dapat menjadi kebaruan dalam penelitian yang dilakukan oleh peneliti sekarang, peneliti memanfaatkan fitur video dalam E-LKPD yang dikembangkan.

Hasil penelitian dari Nugroho & Hendrastomo (2021) dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Google Sites* pada Mata Pelajaran Sosiologi Kelas X” memiliki kesamaan dengan penelitian ini, yaitu sama-sama mengembangkan media pembelajaran berbasis *Google Sites* menggunakan metode R&D dengan model pengembangan ADDIE. Perbedaannya terletak pada materi yang dikembangkan, Nugroho dan Hendrastomo berfokus pada materi sosiologi, sedangkan penelitian ini dikembangkan untuk materi termodinamika. Selain itu, penelitian Nugroho dan Hendrastomo hanya mencakup tiga tahap ADDIE (*Analysis, Design, Development*) tanpa implementasi dan evaluasi, sehingga tingkat kepraktisan produk yang dikembangkan tersebut dalam praktik langsung belum

dapat dipastikan. Sebaliknya, penelitian ini mencakup seluruh tahapan ADDIE, termasuk implementasi dan evaluasi, guna menguji kepraktisan produk secara menyeluruh.

Berdasarkan penelitian dari Sevtia et al. (2022) yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis *Google Sites* untuk Meningkatkan Kemampuan Penguasaan Konsep dan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA” menghasilkan produk berupa E-LKPD berbasis *Google Sites*. Kesamaan dengan penelitian ini terletak pada pemanfaatan *Google Sites* sebagai *platform* pengembangan, namun terdapat perbedaan pada materi yang dibahas, di mana Sevtia et al. berfokus pada penguasaan konsep fisika secara umum, sementara penelitian ini berfokus pada materi termodinamika. Penggunaan *Google Sites* dalam penelitian Sevtia et al. masih dapat dioptimalkan dengan integrasi fitur-fitur interaktif, seperti simulasi virtual, forum diskusi, dan pengujian otomatis, untuk meningkatkan daya tarik dan manfaat media pembelajaran. Hal ini menciptakan *gap* yang dapat diisi oleh penelitian ini melalui pengintegrasian fitur-fitur tambahan tersebut guna menghadirkan media pembelajaran yang lebih interaktif dan efektif.

Penelitian yang dilakukan oleh Putri & Makmum (2024) dengan judul “Pengembangan E-LKPD Berbasis *Website Liveworksheets* dengan Model *Discovery Learning* pada Pembelajaran IPAS di Sekolah Dasar” menghasilkan E-LKPD berbasis *Website Liveworksheets* dengan model *Discovery Learning* pada pembelajaran IPAS. Penelitian ini memiliki perbedaan dibandingkan penelitian yang dilakukan penulis, perbedaan utama terletak pada fokus pokok bahasan materi dan model pembelajaran yang digunakan. Penelitian Putri & Makmum membahas pokok bahasan secara menyeluruh pada materi pelajaran IPAS, sementara penelitian ini berfokus pada pengembangan E-LKPD untuk materi termodinamika yang lebih spesifik. Selain itu, penelitian Putri & Makmum menggunakan model *Discovery Learning*, sedangkan penulis mengadopsi model PACE yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran lebih interaktif. Kebaruan penelitian ini terletak pada struktur pengembangan E-LKPD yang lebih sistematis dan integrasi elemen multimedia yang mendukung pembelajaran, penelitian ini tidak hanya menyajikan konten berbasis teks, tetapi juga memanfaatkan fitur-fitur interaktif seperti video,

simulasi, dan animasi untuk membantu peserta didik memahami konsep termodinamika secara lebih mendalam.

2.3 Kerangka Konseptual

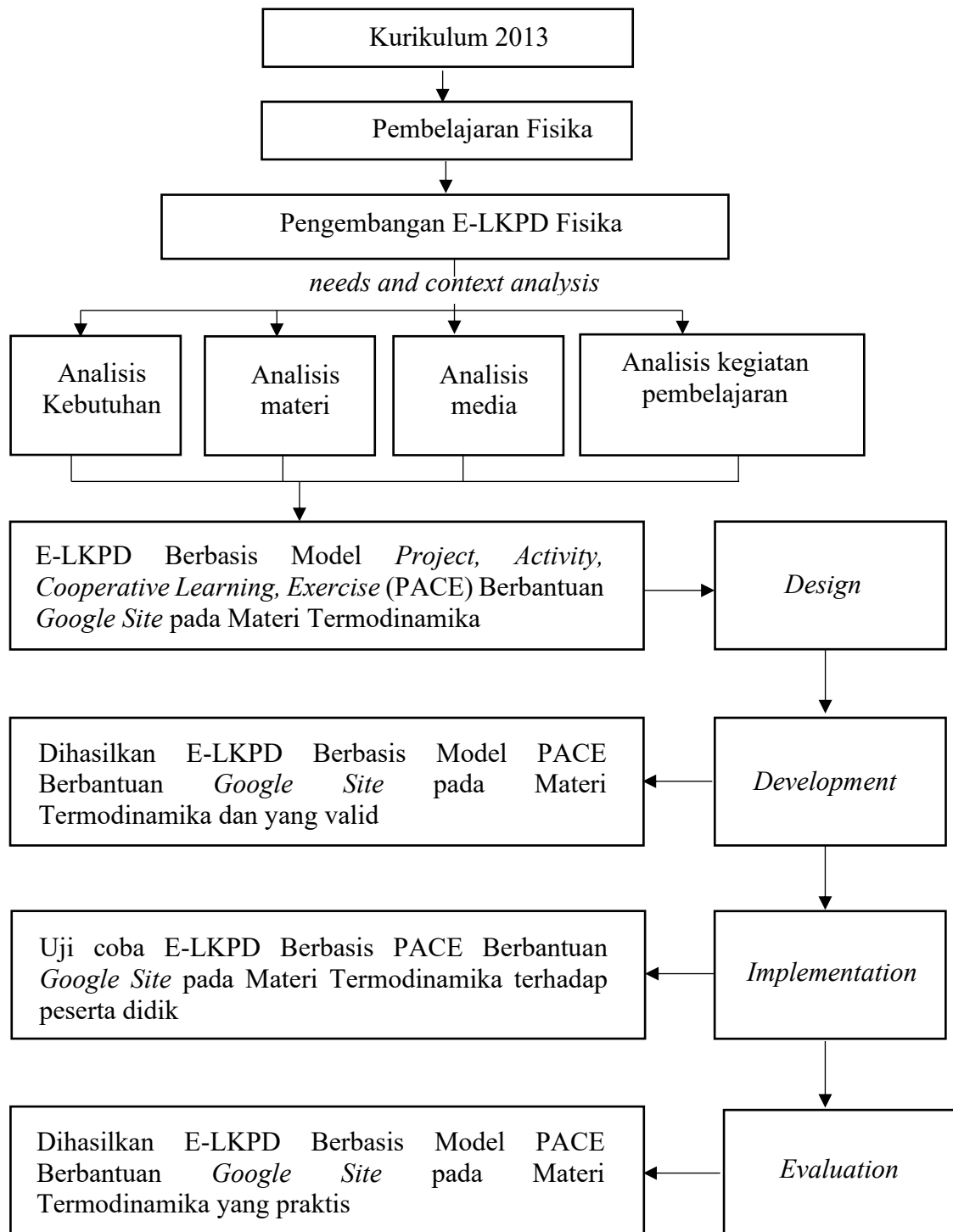
Buku Panduan Pembelajaran dan Asesmen Kurikulum 2013 yang diterbitkan oleh Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi berisi mengenai standar kompetensi lulusan dan standar isi yang mendorong pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi demi meningkatkan efisiensi serta efektivitas dalam pembelajaran, para pendidik diharapkan mampu menyusun dan menyediakan LKPD yang dapat memotivasi peserta didik dalam mempelajari fisika.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, penggunaan teknologi informasi dan komunikasi bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran. Oleh karena itu, pendidik perlu menyusun dan mengembangkan LKPD yang juga dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah dan menumbuhkan minat belajar.

Langkah awal yang dilakukan oleh peneliti adalah melakukan studi pendahuluan untuk menganalisis kondisi serta kebutuhan dalam proses pembelajaran. Dari hasil studi pendahuluan ini, disimpulkan bahwa terdapat kebutuhan terhadap LKPD berbasis elektronik yang dapat meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Oleh karena itu, E-LKPD berbantuan *Google Sites* yang terintegrasikan dengan aplikasi Canva dan menerapkan model PACE memiliki potensi sebagai media pembelajaran yang interaktif dan efektif.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, peneliti kemudian mengembangkan media pembelajaran berupa E-LKPD berbantuan *Google Sites* dengan pendekatan model PACE khusus pada materi termodinamika. Media pembelajaran ini dirancang untuk membantu peserta didik memperdalam pemahaman konsep, meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah pada materi fisika, serta memotivasi agar peserta didik lebih antusias dalam belajar.

Kerangka konseptual dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Kerangka Konseptual

2.4 Desain Produk

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah E-LKPD berbasis model pembelajaran PACE yang didukung oleh *platform Google Sites* pada materi termodinamika. Desain awal dari produk ini dirancang dalam bentuk *flowchart*. *Flowchart* merupakan representasi grafis yang menggambarkan tahapan serta urutan prosedural dari suatu program (Zalukhu et al., 2023). Perancangan E-LKPD ini memperhatikan unsur-unsur LKPD menurut Prastowo (2015) terdiri dari (1) judul; (2) petunjuk belajar; (3) kompetensi dasar atau materi pokok; (4) informasi pendukung atau dasar teori; (5) tugas atau langkah kerja; dan (6) penilaian.

Perancangan produk dalam bentuk *flowchart* bertujuan untuk menggambarkan alur kerja E-LKPD berbasis model PACE yang dibangun menggunakan Google Sites dalam menyajikan materi termodinamika untuk peserta didik. *Flowchart* tersebut mencakup berbagai menu, yaitu halaman sampul E-LKPD, kata pengantar, petunjuk penggunaan, pendahuluan, dan E-LKPD berbasis model PACE.