

BAB IV

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

A. Deskripsi Data

1. Data Sekolah

SMA Negeri 1 Majalaya terletak di Kabupaten Bandung, sebuah wilayah dengan keberagaman sosial, budaya, dan ekonomi yang cukup kompleks. Sebagian besar peserta didik berasal dari lingkungan sekitar yang memiliki latar belakang ekonomi menengah ke bawah, dengan beberapa di antaranya merupakan keluarga buruh industri tekstil yang menjadi salah satu sektor dominan di daerah ini. Sekolah ini dikenal memiliki potensi akademik yang baik dan memiliki berbagai program unggulan, termasuk program rumpun teknik yang menekankan pengembangan keterampilan berbasis teknologi dan vokasi. Karakteristik siswa di SMA Negeri 1 Majalaya, khususnya di rumpun teknik, menunjukkan minat yang cukup tinggi terhadap pembelajaran berbasis praktik dan teknologi, meskipun terdapat tantangan dalam meningkatkan motivasi belajar dan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Penelitian ini dilakukan di kelas XI F yang merupakan bagian dari rumpun teknik. Kelas ini terdiri dari 36 siswa yang dipilih sebagai sampel penelitian dari total populasi 144 siswa yang tersebar di empat kelas rumpun teknik di SMA Negeri 1 Majalaya. Sebagian besar siswa menunjukkan minat terhadap penggunaan teknologi dalam pembelajaran, meskipun fisika sering dianggap sebagai mata pelajaran yang monoton dan sulit dipahami. Penyampaian materi yang terlalu teoritis tanpa praktik menarik menjadi tantangan utama dalam meningkatkan motivasi belajar siswa.

Materi yang diangkat dalam penelitian ini adalah usaha dan energi, yang tidak hanya relevan dengan pembelajaran fisika tetapi juga mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21. Aplikasi berbasis Android dirancang untuk menyajikan konsep-konsep fisika secara visual, interaktif, dan kontekstual, sehingga membantu mengubah persepsi siswa terhadap fisika yang sebelumnya dianggap membosankan. Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang diintegrasikan melalui media ini diharapkan mampu

membuat pembelajaran lebih menarik, meningkatkan motivasi belajar, dan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Aplikasi Android berbasis STEM ini diharapkan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan efektif bagi siswa di SMA Negeri 1 Majalaya dengan memanfaatkan teknologi yang sesuai dengan minat mereka.

2. Hasil Penelitian

a. *Define*

Hasil yang diperoleh pada tahap *define* menunjukkan hubungan antara hasil analisis kurikulum, indikator keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan media pembelajaran aplikasi Android berbasis STEM. Hasil analisis kurikulum menghasilkan daftar sub-materi mengenai usaha dan energi yang akan diintegrasikan dengan media pembelajaran aplikasi Android STEM. Hasil analisis kurikulum pada tahap *define* pada ranah kognitif menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta secara berurutan disajikan dalam Tabel 4.1, 4.2, dan 4.3.

Tabel 4. 1 Hasil Analisis Kurikulum Ranah Kognitif Menganalisis

Materi	Indikator	Aplikasi Android Berbasis STEM
Definisi dan nilai usaha	Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya	Disajikan gambar seorang anak yang sedang mendorong sebuah meja lengkap dengan tabel data besaran-besarannya, peserta didik diminta menganalisis informasi yang disuguhkan pada gambar dan tabel untuk mengenali pola hubungan antara besaran-besaran tersebut dengan tepat sesuai konsep usaha
Tanda nilai usaha	Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan.	Disajikan tabel yang berisi gambar-gambar terkait dengan usaha dan nilainya, peserta didik diminta untuk merumuskan pertanyaan ilmiah terkait dengan gambar yang disajikan
Nilai usaha dari perubahan energi	Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit	Disajikan gambar seorang anak sedang bermain perosotan kolam renang yang membentuk bidang miring, peserta didik diminta menganalisis gambar untuk mengenali besaran-besarannya serta akibat yang ditimbulkan sehingga dapat menentukan nilai usaha saat anak mencapai dasar bidang miring

Tabel 4. 2 Hasil Analisis Kurikulum Ranah Kognitif Mengevaluasi

Materi	Indikator	Aplikasi Android Berbasis STEM
Grafik gaya dan perpindahan	Membuat hipotesis, mengkritik, dan melakukan pengujian	Disajikan peristiwa mengenai dua orang siswa yang akan berangkat menuju sekolah lengkap dengan grafik usahanya, peserta didik diminta untuk membuat hipotesis lalu menghitung usahanya untuk membuktikan siapa yang lebih dulu menuju ke sekolah
Definisi energi	Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya	Disajikan dua solusi terkait penggunaan energi listrik di sekolah supaya menjadi lebih efisien, peserta didik dapat memberikan penilaian terhadap dua solusi tersebut untuk memastikan solusi terbaik yang bisa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut
Energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik	Menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan	Disajikan gambar seorang anak sedang bermain perosotan kolam renang yang membentuk bidang miring, peserta didik diminta menganalisis gambar untuk mengenali besaran-besarannya serta akibat yang ditimbulkan sehingga dapat menentukan nilai usaha saat anak mencapai dasar bidang miring

Tabel 4. 3 Hasil Analisis Kurikulum Ranah Kognitif Mencipta

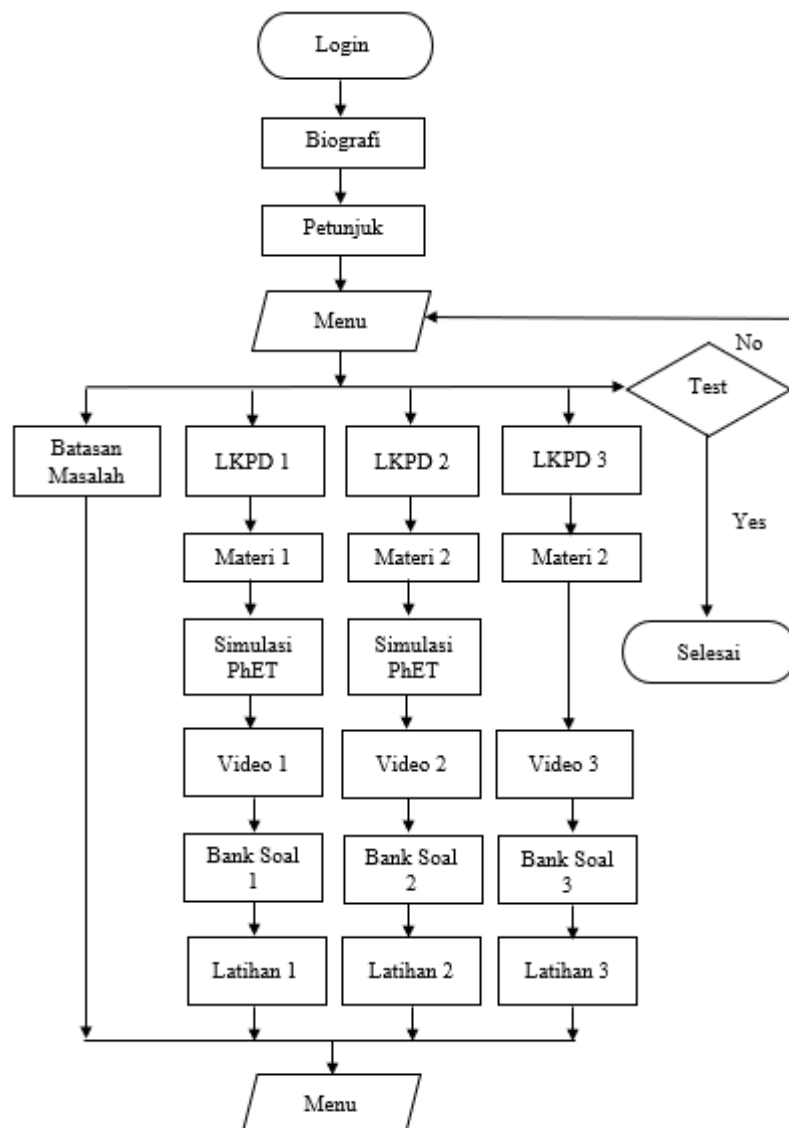
Materi	Indikator	Aplikasi Android Berbasis STEM
Gaya, usaha, dan perpindahan	Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu	Disajikan gambar dua orang yang kesulitan mendorong mobil mogok dengan gaya tertentu dan tabel gaya terkait dengan orang yang dapat membantu mendorong mobil pada jarak tertentu, peserta didik dapat membuat kesimpulan terkait dengan orang yang tepat dalam membantu mendorong mobil
Energi mekanik	Merancang suatu cara untuk menyelesaikan masalah	Disajikan gambar mengenai sebuah balok yang dilepas dari satu titik menuju titik-titik yang lain dengan lintasan tertentu, peserta didik diminta untuk memecahkan permasalahan dengan menghitung kecepatan di setiap titik dan ketinggian minimal balok yang dilepas supaya bisa melintasi titik akhir
Perubahan bentuk energi	Mengorganisasikan unsur-unsur atau bagian-bagian menjadi struktur baru yang belum pernah ada sebelumnya.	Disajikan tabel mengenai alat dan bahan yang dapat digunakan untuk membuat alat peraga perubahan bentuk energi, peserta didik dapat mengorganisasikan alat dan bahan tersebut untuk membuat desain dan alat peraga yang menggambarkan peristiwa perubahan bentuk energi sesuai dengan kreativitas masing-masing

b. *Design*

Hasil yang diperoleh pada tahap *design* yaitu *flowchart*, *storyline*, dan pembuatan aplikasi android berbasis STEM.

1) *Flowchart*

Flowchart berfungsi sebagai alat visual untuk merancang, menganalisis, dan memetakan alur logika dalam aplikasi Android berbasis STEM, sehingga mempermudah pemahaman dan implementasi setiap tahap secara sistematis. *Flowchart* pengembangan aplikasi android berbasis STEM disajikan pada Gambar 4.1.







Gambar 4. 1 *Flowchart* Aplikasi Android Berbasis STEM

2) Storyline

Storyline berfungsi untuk merancang alur interaksi pengguna dalam aplikasi Android berbasis STEM, sehingga penyampaian materi dan fitur aplikasi lebih terarah dan mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Bagian *Storyline* pembuatan aplikasi Android berbasis STEM disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Storyline Screen 1

Nama Screen	Aset Gambar dan Naskah	Desain	Keterangan
<p>Halaman Login</p>	<p>Muncul musik pembuka lalu muncul tulisan: Selamat Datang Masukkan username dan pasword dengan benar</p> <p>Gambar 1</p>  <p>Gambar 2</p>  <p>Gambar 3</p> 	<p>Ilustrasi:</p> 	<p>Bagian ini merupakan halaman awal aplikasi yang mengharuskan peserta didik untuk memasukkan username dan password. Jika pengisian password dan username salah maka akan muncul suara peringatan dan notifikasi “password dan username harus benar”. Peserta didik bisa login hanya jika password dan username benar.</p>

3) Pembuatan Aplikasi Android Berbasis STEM

Media pembelajaran aplikasi Android berbasis STEM yang dibuat terdiri dari 16 *screen* yaitu halaman login, identitas, petunjuk umum penggunaan aplikasi, menu utama, *pretest*, batasan masalah, materi pembelajaran, bank soal, video pembelajaran, simulasi PhET, petunjuk simulasi PhET 1, petunjuk simulasi PhET 2, LKPD 1, LKPD 2, LKPD 3, dan *posttest*.

a) *Screen* Halaman *Login*

Halaman login merupakan halaman awal aplikasi Android berbasis STEM. Hasil pembuatan halaman login disajikan pada Gambar 4. 2.



Gambar 4. 2 Halaman Login Aplikasi

b) *Screen* Identitas

Halaman identitas pembuat terdiri dari judul penelitian, nama pembuat, dosen pembimbing, dan validator. Hasil pembuatan halaman identitas disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Bagian *Screen* Identitas

c) *Screen* Petunjuk Umum Penggunaan Aplikasi

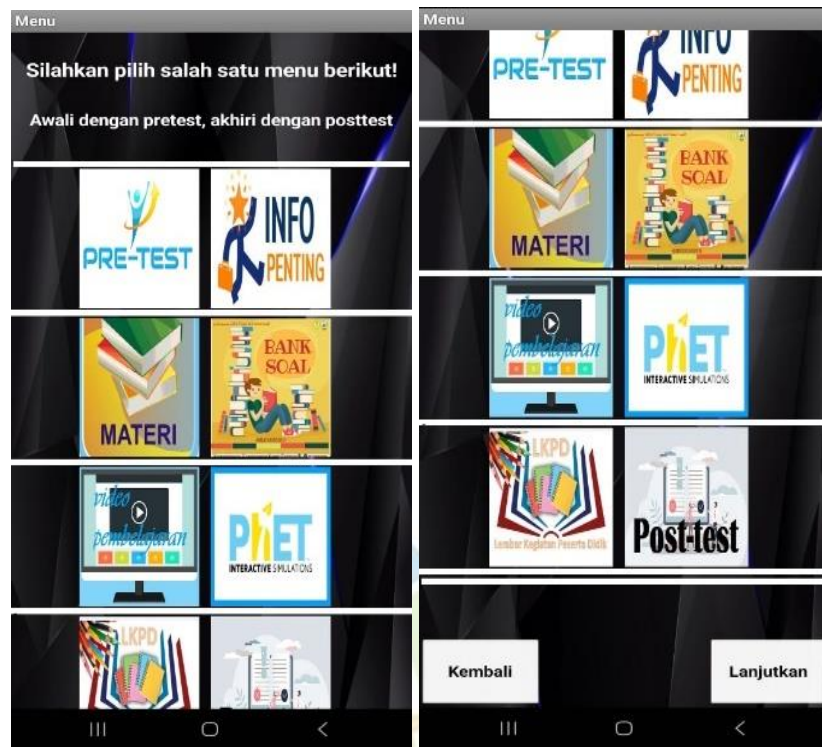
Petunjuk ini berisi langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum menggunakan aplikasi. Hasil pembuatan *screen* petunjuk umum penggunaan aplikasi disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 *Screen* Petunjuk Aplikasi

d) *Screen* Menu Utama

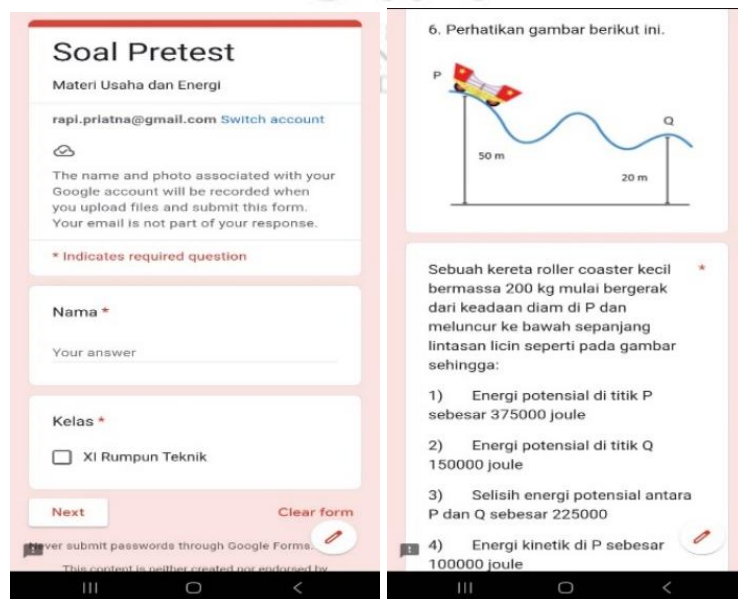
Menu utama merupakan antarmuka yang menyediakan akses ke fitur-fitur dan fungsi utama yang lain pada aplikasi. Hasil pembuatan menu utama disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Screen Menu

e) *Screen Pretest*

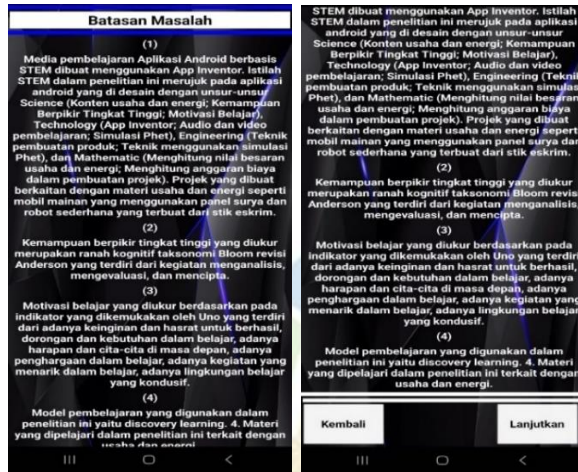
Screen pretest merupakan halaman untuk mengakses soal awal sebelum dilakukan kegiatan pembelajaran. Sebagian hasil pembuatan *screen pretest* disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Bagian *Screen Pretest*

f) *Screen* Batasan Masalah

Screen batasan masalah memuat penjelasan mengenai ruang lingkup penelitian yang dilakukan dengan tujuan memperjelas fokus dan menghindari pembahasan yang terlalu luas. Gambar hasil pembuatan *screen* batasan masalah disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 *Screen* Batasan Masalah

g) *Screen* Materi Pembelajaran

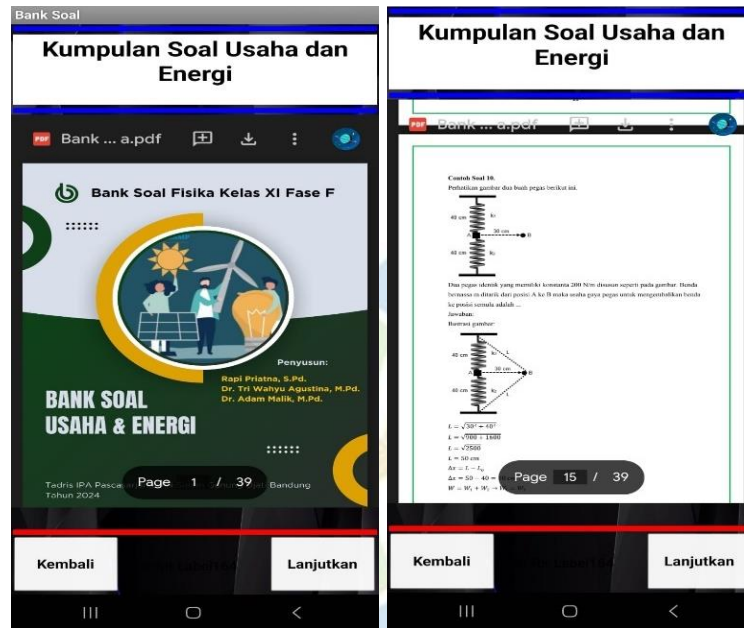
Screen materi pembelajaran berisi konten terkait dengan usaha dan energi yang dirancang untuk tiga kali pertemuan. Materi pembelajaran dibuat dalam bentuk *ebook*. Hasil pembuatan *screen* materi pembelajaran usaha dan energi disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 *Screen* Materi Pembelajaran Usaha dan Energi

h) *Screen Bank soal*

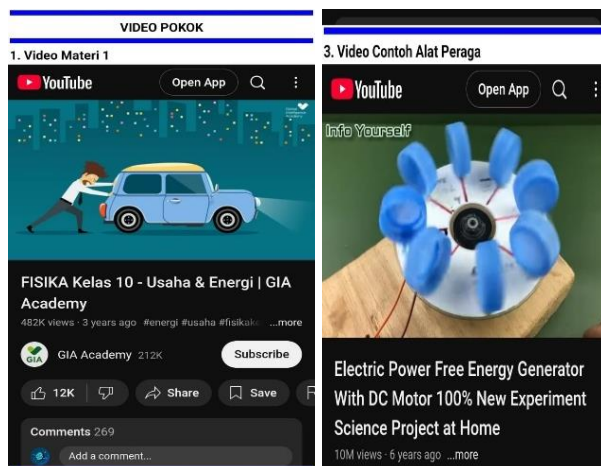
Screen bank soal memuat berbagai contoh soal dan latihannya yang berkaitan dengan materi usaha dan energi. Hasil pembuatan *screen bank soal* disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 *Screen Bank Soal*

i) *Screen Video Pembelajaran*

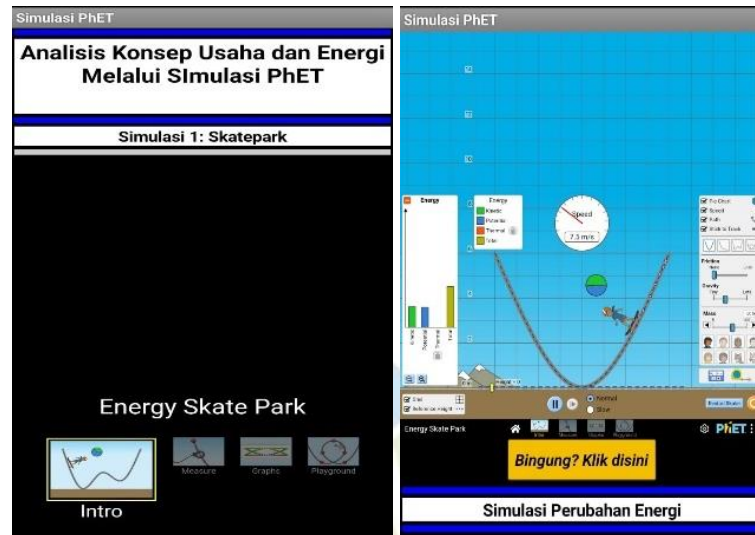
Screen video pembelajaran berisi tentang penjelasan materi usaha dan energi serta contoh soalnya. Hasil pembuatan *screen video pembelajaran* disajikan pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 *Screen Video Pembelajaran*

j) *Screen* Simulasi PhET

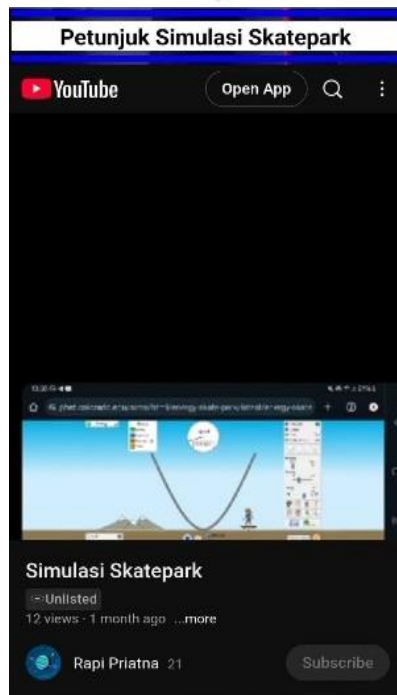
Screen simulasi PhET berisi tentang kegiatan simulasi *skatepark* dan perubahan energi. Hasil pembuatan *screen* simulasi disajikan pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 *Screen* Simulasi PhET

k) *Screen* Petunjuk Simulasi PhET 1

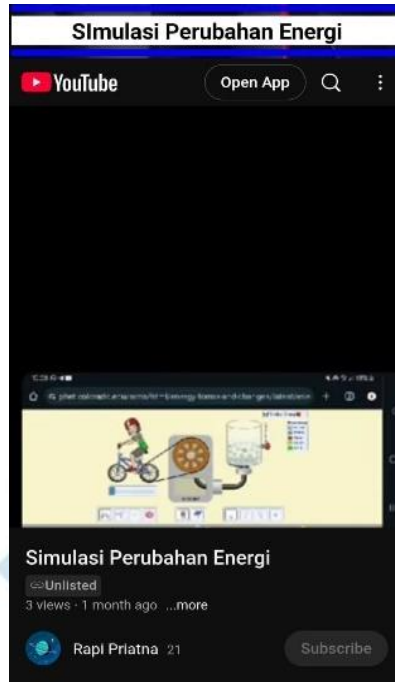
Screen petunjuk simulasi PhET 1 memuat video petunjuk kegiatan simulasi. Hasil pembuatan *screen* petunjuk simulasi PhET disajikan pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 *Screen* Petunjuk Simulasi PhET 1

l) *Screen* Petunjuk simulasi PhET 2

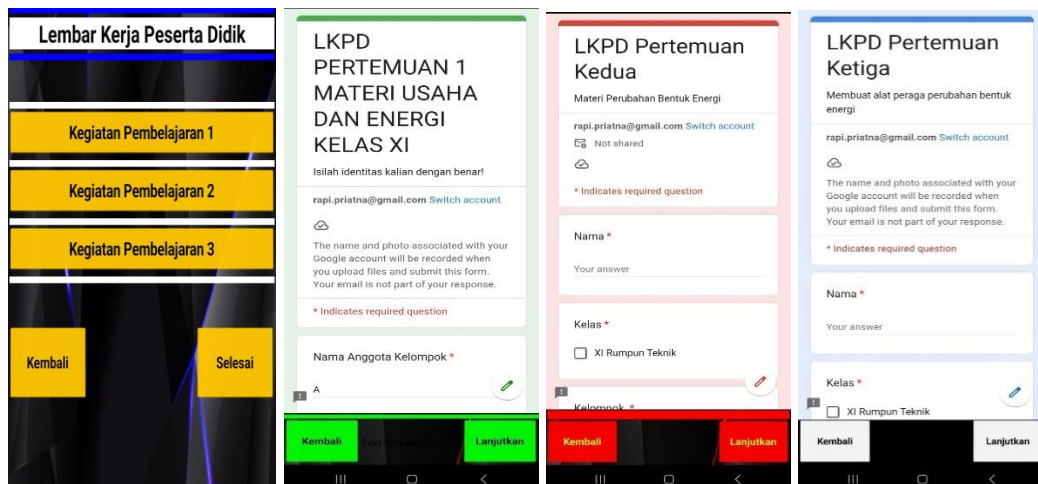
Screen petunjuk simulasi PhET yang kedua memuat video petunjuk kegiatan simulasi. *Screen* petunjuk simulasi PhET disajikan pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 *Screen* Petunjuk Simulasi PhET 2

m) *Screen* LKPD

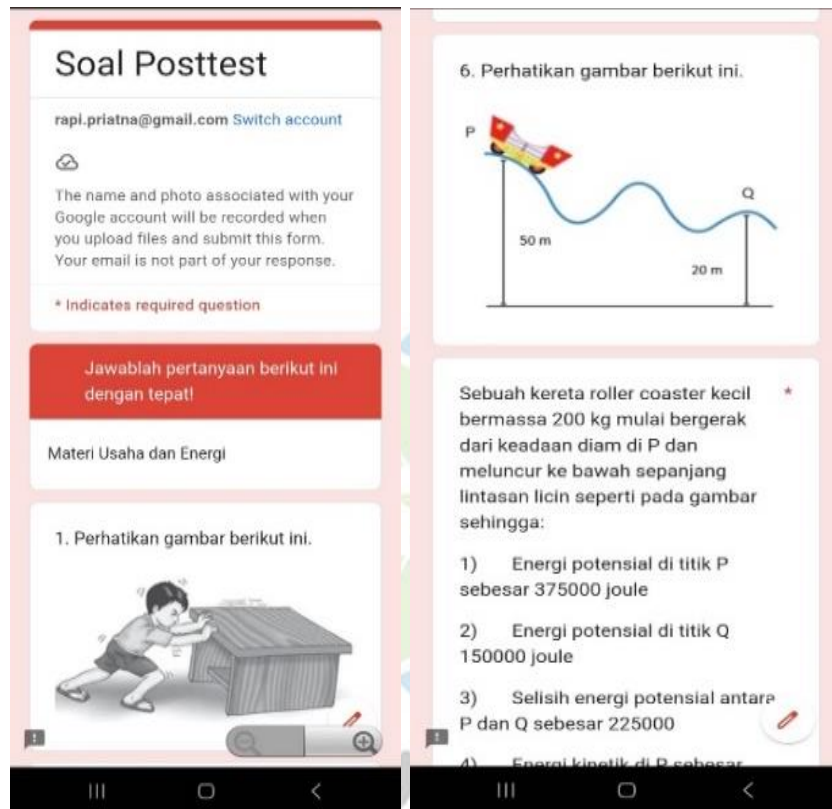
Screen lembar kerja peserta didik (LKPD) ini memuat langkah-langkah kegiatan pembelajaran pada pertemuan pertama sampai dengan pertemuan ketiga. *Screen* lembar kerja peserta didik (LKPD) disajikan pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 *Screen* LKPD

n) *Screen Posttest*

Screen posttest merupakan soal akhir setelah peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran selama tiga kali pertemuan. Hasil pembuatan *screen posttest* disajikan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 *Screen Posttest*

c. *Development*

Tahapan pengembangan menghasilkan data berupa hasil validasi media, hasil uji coba dalam skala kecil, serta masukan dan rekomendasi dari tim validator.

1) Hasil Validasi Media Aplikasi Android Berbasis STEM

Hasil yang diperoleh pada tahap validasi media diantaranya hasil pengisian angket dan kritik atau saran dari validator. Ahli media memberikan komentar terkait dengan *screen* petunjuk aplikasi yang latarnya menggunakan warna hijau muda sehingga menyilaukan mata. Titik-titik putih pada latar aplikasi juga membuat pusing sehingga disarankan untuk diganti. Validator media juga mengomentari terkait menu utama dimana tulisannya terlalu variatif sehingga terkesan kurang rapi. Hasil perbaikan aplikasi pada *screen* petunjuk disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Perbaikan Sesuai Saran Validator Media

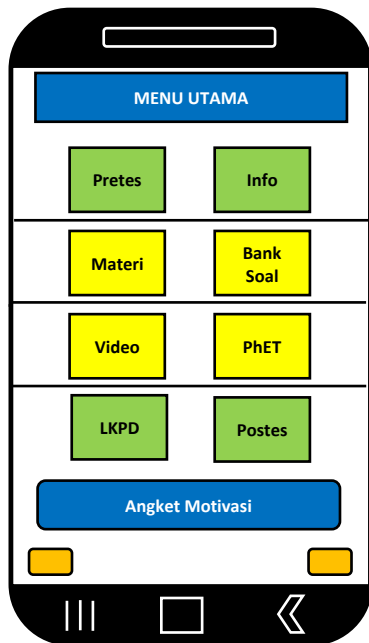
Gambar Sebelum Perbaikan	Gambar setelah perbaikan

Info grafis mengenai aplikasi Android berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar peserta didik pada materi usaha dan energi yang telah dikembangkan disajikan pada Gambar 4.16 berikut ini.

Aplikasi Android Berbasis STEM



Aplikasi Android berbasis STEM merupakan media pembelajaran yang di desain dengan unsur *Science* (materi usaha dan energi), *Technology* (simulasi PhET, baterai, dinamo, panel surya, saklar), *Engineering* (membuat desain alat peraga dan membuat alat peraga), *Mathematics* (menghitung jumlah alat dan bahan serta menghitung biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan alat peraga).



Tujuan

1. Meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik
2. Memotivasi peserta didik dalam pembelajaran fisika



Download Aplikasi, Scan Disini!



Tahapan

Hasil Pengembangan

Validasi media 86,3%
(sangat layak)

Validasi materi 94%
(sangat layak)

Uji coba skala kecil
92% (sangat layak)

Terintegrasi STEM

Keunggulan

Kontekstual

Berbasis HOTS

Fitur Menarik & Efisien

Berbasis Proyek

Multimedia Interaktif

Mudah Diakses dan
Aplikasi Ringan

Memotivasi Siswa

Gambar 4. 16 Info Grafis Aplikasi Android Berbasis STEM

Hasil validasi media pembelajaran aplikasi Android berbasis STEM pada materi usaha dan energi melalui pengisian angket yang diisi oleh tiga validator disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Validasi Media Aplikasi Android Berbasis STEM

No	Aspek	Indikator	Nilai Rata-rata		
			Validator 1	Validator 2	Validator 3
1	Media	Kemudahan penggunaan media	5	5	4.5
		Menambah pengetahuan	5	5	5
		Memiliki tujuan pembelajaran yang jelas	5	5	5
		Mendukung peningkatan kemampuan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar	4	5	4
		Mendukung kemandirian belajar peserta didik	5	5	5
2	Penyajian	Kemenarikan tampilan media	3	5	4
		Kesesuaian tampilan media dengan tema materi	3	4	5
		Kesesuaian tata letak <i>layout</i>	4	5	4
		Kesesuaian penggunaan tulisan	4	5	4
		Kejelasan gambar dan video yang disajikan	4	4	5
		Pengintegrasian teknologi dan konsep fisika	3.7	5	5
3	Rekayasa perangkat lunak	Inovasi media pembelajaran	5	5	4.5
		Media pembelajaran interaktif	5	5	4
		Kemudahan fungsi fitur pada media	5	5	4
		Dapat digunakan kembali	5	5	5
		Peluang pengembangan media terhadap IPTEK	4	5	4
Rata-rata skor total			4,3		
Persentase (%)			86,3 %		
Kategori			Sangat valid		
Koefisien kesepakatan (R) antar pengamat			0,69 (tinggi)		

2) Hasil Validasi Materi Aplikasi Android Berbasis STEM

Validasi materi dilakukan kepada dosen ahli materi fisika dan kepada dua orang guru fisika. Dosen ahli materi menyarankan agar soal pengayaan disertai

jawaban singkat di akhir bahan ajar tanpa mencantumkan penjelasan rinci. Soal-soal kemampuan berpikir tingkat tinggi lebih baik jika ditambahkan gambar yang sesuai dengan konteksnya. Komentar dari guru fisika menyatakan bahwa sebaiknya materi usaha dan energi ditambah dengan konsep daya karena ketiganya saling berhubungan walaupun daya tidak termasuk ke dalam pembahasan pada aplikasi Android ini.

Komentar lain dari para validator yaitu terkait pengembangan aplikasi sejenis pada materi yang berbeda. Materi ajar sudah direvisi sesuai dengan saran dari para validator. Hasil validasi materi usaha dan energi pada aplikasi Android berbasis STEM disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Validasi Materi

No	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai Rata-rata		
			Validator 1	Validator 2	Validator 3
1	Materi	Kesesuaian materi usaha dan energi	4.2	5	4.9
2	Bahasa	Keterbacaan dan kejelasan bahasa	4	5	5
3	Penyajian	Penyajian materi yang tepat	4.2	4.5	5
4	Kompetensi	Pengembangan kompetensi	4.7	5	5
Rata-rata skor total			4,7		
Persentase (%)			94 %		
Kategori			Sangat valid		
Koefisien kesepakatan (R) antar pengamat			0,67 (tinggi)		

3) Hasil Uji Coba Skala Kecil

Uji coba skala kecil dilakukan kepada 10 orang peserta didik yang pernah belajar terkait dengan materi usaha dan energi. Uji coba skala kecil dimaksudkan untuk mengidentifikasi masalah teknis, efektivitas, dan kesesuaian media dengan kebutuhan pengguna. Hasil uji coba skala kecil media pembelajaran fisika menggunakan aplikasi Android berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar peserta didik pada materi usaha dan energi disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil Uji Coba Skala Kecil

No	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai Rata-rata Peserta Didik									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Kesesuaian materi	Menilai kesesuaian materi usaha dan energi untuk tingkat SMA	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4
2	Kejelasan teks dan gambar	Menilai seberapa jelas teks dan gambar dalam aplikasi, termasuk font, ukuran huruf, dan kontras warna	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4
3	Bahasa	Mengukur pemahaman siswa terhadap bahasa yang digunakan	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4
4	Penyajian	Mengidentifikasi apakah alur penyajian materi mengikuti urutan logis dan mudah diikuti	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4
5	Intruksi dan navigasi aplikasi	Menilai kemudahan instruksi dan navigasi aplikasi	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4
Skor rata-rata total			4.6									
Persentase (%)			92 %									
Kategori			Sangat valid									

d. Dissemination

Tahap diseminasi menghasilkan data keterlaksanaan kegiatan pembelajaran, hasil tes (*pretest dan posttest*) yang bertujuan untuk mengukur peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa, serta data motivasi belajar peserta didik. Hasil tes digunakan untuk menghitung nilai N-gain berdasarkan kriteria tertentu, dan peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dianalisis melalui perhitungan N-gain. Agenda kegiatan pengambilan data tahap *dissemination* disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Jadwal Kegiatan Penelitian pada Tahap Dissemination

Hari/Tanggal	Waktu	Kegiatan	Keterangan
Jumat, 15 Nopember 2024	07.00-09.00	<i>Pretest</i>	Terlaksana
Kamis, 21 Nopember 2024	12.30-14.45	Pembelajaran ke-1	Terlaksana
Jumat, 22 Nopember 2024	07.00-09.00	Pembelajaran ke-2	Terlaksana
Kamis, 28 Nopember 2024	12.30-14.45	Pembelajaran ke-3	Terlaksana
Jumat, 29 Nopember 2024	07.00-09.00	<i>Posttest</i>	Terlaksana

1) Tes Awal (*Pretest*)

Peserta didik mengerjakan soal pretest tentang usaha dan energi berdasarkan kemampuan masing-masing, terlihat dari variasi jawaban yang diberikan. Hasil pretest peserta didik disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil *Pretest*

Kode Peserta	Nilai	Interpretasi	Kode Peserta	Nilai	Interpretasi
A1	6	Rendah	A19	6	Rendah
A2	3	Rendah	A20	6	Rendah
A3	14	Rendah	A21	11	Rendah
A4	14	Rendah	A22	25	Rendah
A5	0	Rendah	A23	11	Rendah
A6	17	Rendah	A24	6	Rendah
A7	0	Rendah	A25	25	Rendah
A8	8	Rendah	A26	11	Rendah
A9	11	Rendah	A27	17	Rendah
A10	8	Rendah	A28	14	Rendah
A11	22	Rendah	A29	6	Rendah
A12	19	Rendah	A30	3	Rendah
A13	8	Rendah	A31	11	Rendah
A14	6	Rendah	A32	6	Rendah
A15	6	Rendah	A33	17	Rendah
A16	17	Rendah	A34	14	Rendah
A17	11	Rendah	A35	3	Rendah
A18	0	Rendah	A36	0	Rendah
Rata-rata			10		Rendah

2) Kegiatan Pembelajaran 1

Kegiatan pembelajaran yang pertama diawasi oleh tiga orang observer yang semuanya merupakan guru fisika. Kegiatan pembelajaran fisika menggunakan aplikasi Android berbasis STEM setiap langkahnya diawasi dan dinilai keterlaksanaannya oleh para observer. Ketiga observer yang bertugas tidak memberikan komentar pada bagian saran sehingga data berupa angka saja yang diperoleh dari lembar observasi kegiatan pembelajaran fisika menggunakan aplikasi Android berbasis STEM pada materi usaha dan energi di kelas XI rumpun teknik. Keterlaksanaan kegiatan pembelajaran pertama ditinjau dari sintak model pembelajaran *discovery learning* disajikan dalam Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Keterlaksanaan Pembelajaran Pertama Berdasarkan Sintak Model *Discovery Learning*

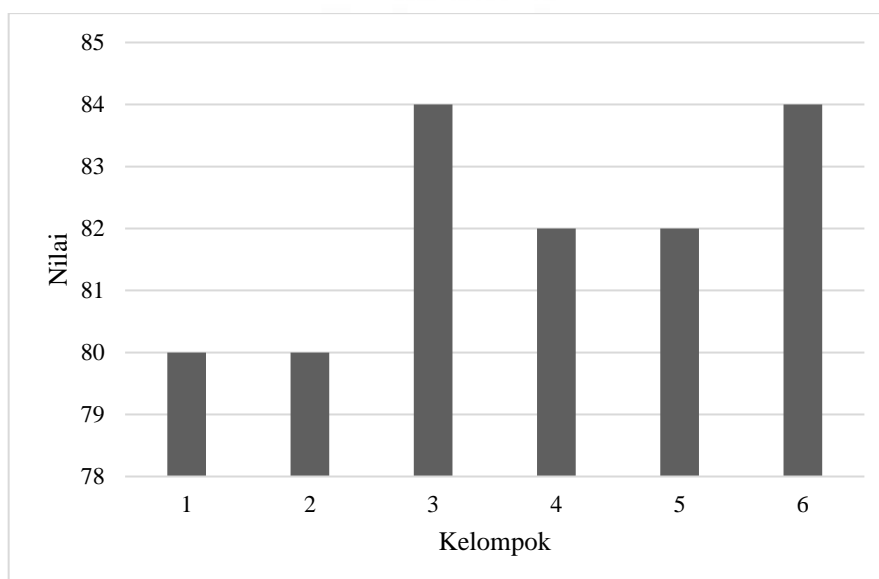
Kegiatan Pembelajaran	Guru		Peserta Didik	
	%	Interpretasi	%	Interpretasi
<i>Stimulation</i>	88	Sangat Baik	84	Sangat Baik
<i>Problem statement</i>	86	Sangat Baik	89	Sangat Baik
<i>Data collection</i>	86	Sangat Baik	86	Sangat Baik
<i>Data processing</i>	85	Sangat Baik	86	Sangat Baik
<i>Verification</i>	90	Sangat Baik	89	Sangat Baik
<i>Generalization</i>	86	Sangat Baik	88	Sangat Baik
Rata-rata keterlaksanaan	87%		87%	
Interpretasi keterlaksanaan	Sangat baik		Sangat baik	

Hasil penilaian keterlaksanaan kegiatan pembelajaran pada pertemuan pertama secara keseluruhan disajikan dalam Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Keseluruhan Keterlaksanaan Kegiatan Pembelajaran Pertama

Kegiatan Pembelajaran	Guru		Peserta Didik	
	%	Interpretasi	%	Interpretasi
Pendahuluan	90	Sangat Baik	92	Sangat Baik
Kegiatan Inti	87	Sangat Baik	87	Sangat Baik
Penutup	88	Sangat Baik	88	Sangat Baik
Rata-rata keterlaksanaan	88 %		89	
Interpretasi keterlaksanaan	Sangat baik		Sangat baik	
Koefisien kesepakatan (R) antar pengamat 0,75 (tinggi)				

Lembar kerja peserta didik setiap pertemuan dinilai menggunakan rubrik penilaian LKPD yang hasilnya disajikan pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Nilai LKPD 1

3) Kegiatan Pembelajaran 2

Keterlaksanaan kegiatan pembelajaran pada pertemuan kedua masuk pada kategori sangat baik seperti disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Keterlaksanaan Pembelajaran Sintak Model *Discovery Learning*

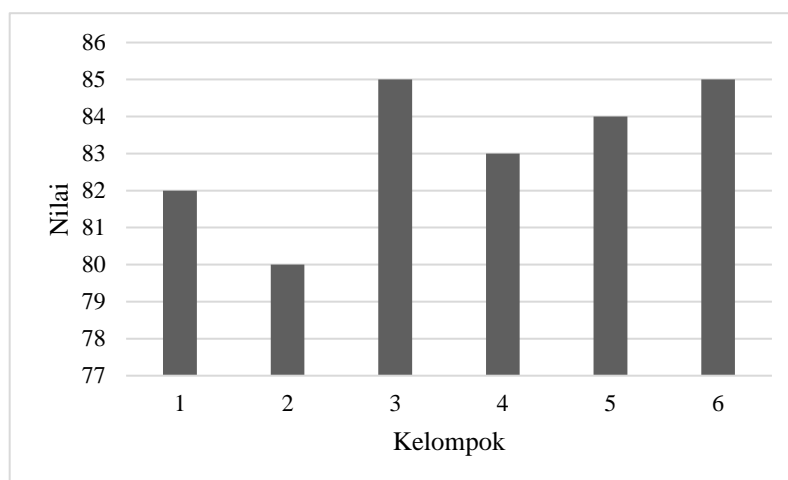
Kegiatan Pembelajaran	Guru		Peserta Didik	
	%	Interpretasi	%	Interpretasi
<i>Stimulation</i>	90	Sangat Baik	90	Sangat Baik
<i>Problem statement</i>	90	Sangat Baik	92	Sangat Baik
<i>Data collection</i>	86	Sangat Baik	86	Sangat Baik
<i>Data processing</i>	86	Sangat Baik	86	Sangat Baik
<i>Verification</i>	90	Sangat Baik	90	Sangat Baik
<i>Generalization</i>	88	Sangat Baik	88	Sangat Baik
Rata-rata keterlaksanaan	88%		89%	
Interpretasi keterlaksanaan	Sangat baik		Sangat baik	

Hasil penilaian keterlaksanaan kegiatan pembelajaran pada pertemuan kedua secara keseluruhan disajikan dalam Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Keseluruhan Keterlaksanaan Kegiatan Pembelajaran Kedua

Kegiatan Pembelajaran	Guru		Peserta Didik	
	%	Interpretasi	%	Interpretasi
Pendahuluan	92	Sangat Baik	92	Sangat Baik
Kegiatan Inti	88	Sangat Baik	89	Sangat Baik
Penutup	90	Sangat Baik	90	Sangat Baik
Rata-rata keterlaksanaan	90%		90%	
Interpretasi keterlaksanaan	Sangat baik		Sangat baik	
Koefisien kesepakatan (R) antar pengamat 0,71 (tinggi)				

Lembar kerja peserta didik setiap pertemuan dinilai menggunakan rubrik penilaian LKPD yang hasilnya disajikan pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 Nilai LKPD 2

4) Kegiatan Pembelajaran 3

Kegiatan pembelajaran yang ketiga berkaitan dengan pembuatan alat peraga pada materi usaha dan energi. Peserta didik pada kegiatan pembelajaran pertemuan ketiga terlihat lebih bersemangat. Peserta didik semakin terbiasa dengan kegiatan pembelajaran fisika menggunakan aplikasi Android berbasis STEM serta sangat senang ketika diberi tantangan membuat alat peraga. Keterlaksanaan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ketiga masuk pada kategori sangat baik seperti disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Keterlaksanaan Pembelajaran Ketiga Berdasarkan Sintak Model *Discovery Learning*

Kegiatan Pembelajaran	Guru		Peserta Didik	
	%	Interpretasi	%	Interpretasi
<i>Stimulation</i>	93	Sangat Baik	94	Sangat Baik
<i>Problem statement</i>	92	Sangat Baik	94	Sangat Baik
<i>Data collection</i>	92	Sangat Baik	93	Sangat Baik
<i>Data processing</i>	94	Sangat Baik	94	Sangat Baik
<i>Verification</i>	95	Sangat Baik	95	Sangat Baik
<i>Generalization</i>	90	Sangat Baik	94	Sangat Baik
Rata-rata keterlaksanaan	93%		94%	
Interpretasi keterlaksanaan	Sangat baik		Sangat baik	

Hasil penilaian keterlaksanaan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ketiga secara keseluruhan disajikan dalam Tabel 4.16.

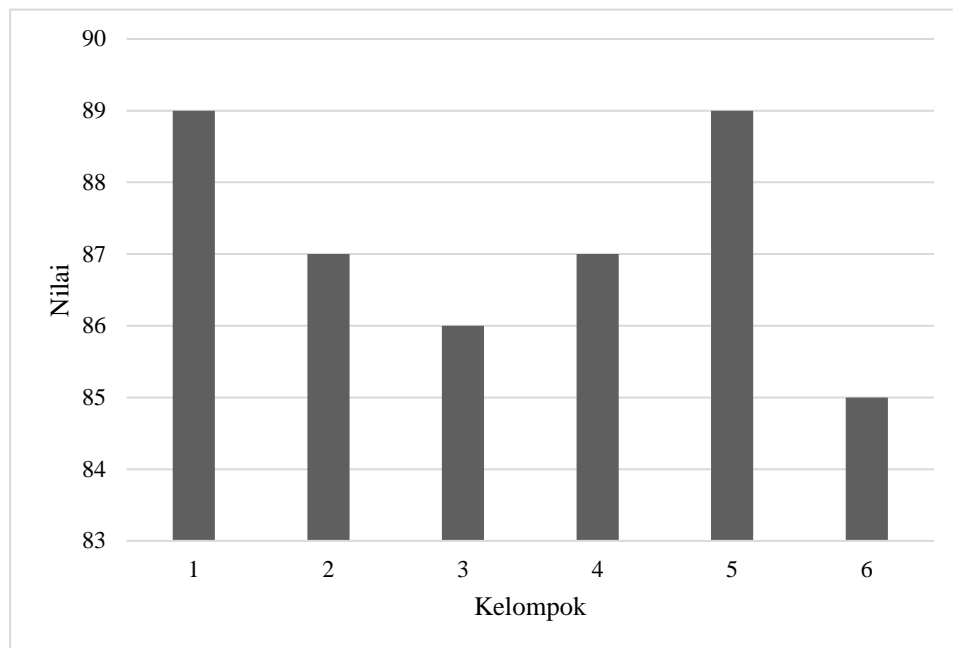
Tabel 4. 16 Keseluruhan Keterlaksanaan Kegiatan Pembelajaran Ketiga

Kegiatan Pembelajaran	Guru		Peserta Didik	
	%	Interpretasi	%	Interpretasi
Pendahuluan	96	Sangat Baik	96	Sangat Baik
Kegiatan Inti	93	Sangat Baik	94	Sangat Baik
Penutup	96	Sangat Baik	98	Sangat Baik
Rata-rata keterlaksanaan	95%		96%	
Interpretasi keterlaksanaan	Sangat baik		Sangat baik	
Koefisien kesepakatan (R) antar pengamat 0,76 (tinggi)				

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kegiatan pembelajaran pertemuan ketiga dengan menggunakan aplikasi Android berbasis STEM pada materi usaha dan energi peserta didik menunjukkan peningkatan antusiasme dibandingkan dengan pertemuan sebelumnya. Peserta didik tampak lebih aktif dan termotivasi dalam mengikuti kegiatan pembuatan alat peraga yang berbasis konsep usaha dan energi. Selain itu, hasil pengamatan juga mencatat bahwa sebagian besar

peserta didik mampu menyelesaikan tugas dengan kreativitas yang baik dan memanfaatkan aplikasi Android berbasis STEM secara optimal untuk mendukung proses pembelajaran.

Hasil penilaian lembar kerja peserta didik (LKPD) pada kegiatan pembelajaran yang ketiga disajikan pada Gambar 4.19.






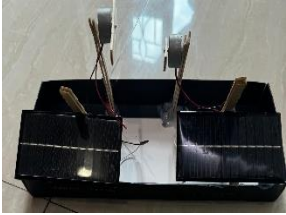


Gambar 4. 19 Nilai LKPD 3

Pertemuan ketiga difokuskan pada evaluasi keterlaksanaan kegiatan pembelajaran sekaligus pembuatan alat peraga yang mengilustrasikan implementasi konsep usaha dan energi. Alat peraga yang dibuat oleh peserta didik meliputi inovasi seperti robot sandwich dari kardus yang menggunakan dinamo, baterai, dan saklar, kincir angin berbasis panel surya, sapu elektrik, miniatur komedi putar, hingga robot ulat dengan prinsip kerja yang mirip seperti robot sandwich. Nama-nama tersebut berasal dari hasil pemikiran peserta didik dengan melihat karakteristik dari setiap alat peraga yang mereka buat dengan kelompok masing-masing. Peserta didik berhasil menyelesaikan tantangan pembuatan alat peraga yang memuat konsep usaha dan energi dengan sangat baik.

Hasil pembuatan alat peraga yang dilakukan oleh peserta didik terkait dengan materi usaha dan energi disajikan pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Hasil Pembuatan Alat Peraga pada Konsep Usaha dan Energi

No	Alat Peraga	Keterangan
1	<p data-bbox="392 398 587 427">Walking Broom</p> 	<p data-bbox="791 398 1359 533">Ketika saklar diaktifkan, dinamo memutar sikat pada sapu, sehingga dapat membersihkan permukaan secara otomatis. Perubahan energinya dari kimia, listrik, gerak.</p>
2	<p data-bbox="392 616 660 645">Blue Piramid Berjalan</p> 	<p data-bbox="791 616 1359 779">Robot ini bekerja dengan mengubah energi listrik dari baterai menjadi energi mekanik melalui dinamo. Saat saklar diaktifkan, dinamo memutar mekanisme yang menggerakkan tangan robot dari stik es krim.</p>
3	<p data-bbox="392 907 560 936">Komedi Putar</p> 	<p data-bbox="791 907 1359 1070">Alat ini bekerja dengan prinsip merubah energi kimia dari baterai sehingga dinamo berputar. Perputaran dinamo dimanfaatkan untuk menggerakkan komedi putar sehingga mengikuti putaran dinamo.</p>
4	<p data-bbox="392 1198 651 1227">Robot Larva Berjalan</p> 	<p data-bbox="791 1198 1359 1361">Robot ini berkerja menggunakan prinsip perubahan energi kimia, listrik, dan gerak. Energi listrik memicu pergerakan dinamo yang menyebabkan batang tembaga ikut berputar sehingga robot berjalan menggeliat.</p>
5	<p data-bbox="392 1456 596 1485">Robot Sandwich:</p> 	<p data-bbox="791 1456 1359 1619">Robot ini bekerja dengan mengubah energi listrik dari baterai menjadi energi mekanik melalui dinamo. Saat saklar diaktifkan, dinamo memutar mekanisme yang menggerakkan tangan robot dari stik es krim.</p>
6	<p data-bbox="392 1747 724 1776">Kincir Angin Tenaga Surya</p> 	<p data-bbox="791 1747 1359 1888">Alat ini bekerja dengan merubah energi matahari menjadi energi listrik untuk selanjutnya diubah menjadi energi gerak sehingga menghasilkan energi angin.</p>

5) Tes Akhir (*Posttest*)

Kegiatan *posttest* dilakukan setelah peserta didik belajar selama tiga kali pertemuan menggunakan aplikasi Android berbasis STEM. Hasil *posttest* disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Hasil *Posttest* Peserta Didik

Kode Peserta	Nilai	Interpretasi	Kode Peserta	Nilai	Interpretasi
A1	75	Baik	A19	72	Cukup
A2	61	Cukup	A20	75	Baik
A3	72	Cukup	A21	86	Baik
A4	86	Baik	A22	94	Sangat baik
A5	50	Rendah	A23	72	Cukup
A6	75	Baik	A24	69	Cukup
A7	58	Rendah	A25	94	Sangat baik
A8	75	Baik	A26	78	Baik
A9	72	Cukup	A27	81	Baik
A10	67	Cukup	A28	72	Cukup
A11	92	Sangat baik	A29	72	Cukup
A12	72	Cukup	A30	61	Cukup
A13	67	Cukup	A31	72	Cukup
A14	64	Cukup	A32	61	Cukup
A15	67	Cukup	A33	78	Baik
A16	97	Sangat baik	A34	83	Baik
A17	78	Baik	A35	67	Cukup
A18	50	Rendah	A36	53	Rendah
Rata-rata			73		Baik
Keterangan: rendah 11.1%, cukup 47,2%, baik 30,6 %, dan sangat baik 11.1%					

(Kemendikbud, 2017).

Keterangan hasil *posttest* mengacu juga pada aturan penilaian yang dilakukan di SMAN 1 Majalaya sebagai tempat dilakukannya penelitian. Keterangan tersebut bisa saja berbeda di setiap sekolah tergantung aturan yang digunakan di sekolah tersebut. Kriteria ketuntasan minimal di SMAN 1 Majalaya adalah 75 dengan demikian bagi peserta didik yang nilainya di baah 75 maka belum tuntas namun dari perspektif penelitian dalam konteks ini berbeda. Pada penelitian ini, ketuntasan peserta didik tidak hanya dilihat dari capaian nilai individu yang mencapai atau melebihi 75, tetapi juga dari peningkatan hasil belajar yang signifikan dibandingkan nilai *pretest*.

Pendekatan ini digunakan untuk mengukur efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis STEM dalam meningkatkan pemahaman konsep usaha dan energi. Dengan demikian, peserta didik yang menunjukkan peningkatan nilai yang substansial, meskipun belum mencapai nilai 75, tetap dianggap mengalami kemajuan yang berarti dalam konteks penelitian ini.

6) Peningkatan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik diperoleh dari hasil perhitungan *N-Gain*. Hasil perhitungan *N-Gain* secara keseluruhan disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Hasil perhitungan *N-Gain* Keseluruhan

Kriteria	Nilai		<i>N-gain</i>	Interpretasi
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>		
Jumlah	358	2620	0,70	Tinggi
Rata-rata	10	73		

Hasil perhitungan *N-Gain* setiap sub materi usaha dan energi disajikan pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Hasil perhitungan *N-Gain* Setiap Sub Materi

Sub Materi	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>	Interpretasi
Usaha	6	75	0.74	Tinggi
Energi	8	67	0.64	Sedang
Hubungan usaha dan energi	14	72	0.68	Sedang
Konversi energi	11	78	0.75	Tinggi
Rata-rata			0.70	Tinggi

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan pemahaman siswa terhadap berbagai sub materi fisika. Sub materi "Usaha" dan "Konversi Energi" memiliki *N-gain* tinggi masing-masing 0,74 dan 0,75, menunjukkan peningkatan signifikan. Sementara itu, sub materi "Energi" dan "Hubungan Usaha dan Energi" berada pada kategori sedang dengan *N-gain* 0,64 dan 0,68. Secara keseluruhan, rata-rata *N-gain* sebesar 0,70 menunjukkan pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa.

Hasil perhitungan *N-Gain* setiap sub indikator keterampilan berpikir tingkat tinggi disajikan pada Tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan *N-Gain* Setiap Sub Indikator

Indikator	No	Pretest	Posttest	<i>N-gain</i>	Interpretasi
Menganalisis					
Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya	1	24	87	0.80	Tinggi
Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit	2	9	87	0.90	Tinggi
Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan	3	13	88	0.90	Tinggi
Rata-rata		15.3	87.3	0.87	Tinggi
Mengevaluasi					
Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya	4	8.3	68	0.70	Tinggi
Membuat hipotesis, mengkritik, dan melakukan pengujian	5	4.9	74	0.70	Tinggi
Menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan	6	4.2	63	0.60	Sedang
Rata-rata		5.8	68.3	0.67	Sedang
Mencipta					
Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu	7	4.9	62	0.60	Sedang
Merancang suatu cara untuk menyelesaikan masalah	8	4.2	72	0.70	Tinggi
Mengorganisasikan unsur-unsur atau bagian-bagian menjadi struktur baru yang belum pernah ada sebelumnya	9	18	55	0.40	Sedang
Rata-rata		9	63	0.57	Sedang
Rata-rata Keseluruhan		16	79	0.70	Tinggi

Hasil perhitungan *N-Gain* setiap peserta didik keterampilan berpikir tingkat tinggi disajikan pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan *N-Gain* Setiap Peserta Didik

No	Kode Nama	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-Gain</i>	Interpretasi
1	A1	6	75	0,74	Tinggi
2	A2	3	61	0,60	Sedang
3	A3	14	72	0,68	Sedang
4	A4	14	86	0,84	Tinggi
5	A5	0	50	0,50	Sedang
6	A6	17	75	0,70	Tinggi
7	A7	0	58	0,58	Sedang
8	A8	8	75	0,73	Tinggi
9	A9	11	72	0,69	Sedang
10	A10	8	67	0,64	Sedang
11	A11	22	92	0,89	Tinggi
12	A12	19	72	0,66	Sedang
13	A13	8	67	0,64	Sedang
14	A1	6	64	0,62	Sedang
15	A15	6	67	0,65	Sedang
16	A16	17	97	0,97	Tinggi
17	A17	11	78	0,75	Tinggi
18	A18	0	50	0,50	Sedang
19	A19	6	72	0,71	Tinggi
20	A20	6	75	0,74	Tinggi
21	A21	11	86	0,84	Tinggi
22	A22	25	94	0,93	Tinggi
23	A23	11	72	0,69	Sedang
24	A24	6	69	0,68	Sedang
25	A25	25	94	0,93	Tinggi
26	A26	11	78	0,75	Tinggi
27	A27	17	81	0,77	Tinggi
28	A28	14	72	0,68	Sedang
29	A29	6	72	0,71	Tinggi
30	A30	3	61	0,60	Sedang
31	A31	11	72	0,69	Sedang
32	A32	6	61	0,59	Sedang
33	A33	17	78	0,73	Tinggi
34	A34	14	83	0,81	Tinggi
35	A35	3	67	0,66	Sedang
36	A36	0	53	0,53	Sedang
Rata-rata		10	73	0.7	Tinggi

7) Motivasi Belajar Peserta Didik

Hasil pengolahan data motivasi belajar peserta didik setelah menggunakan aplikasi android berbasis STEM disajikan pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Motivasi Belajar Setiap Peserta Didik

Kode Peserta	P (%)	Interpretasi	Kode Peserta	P (%)	Interpretasi
A1	81	Tinggi	A19	98	Sangat tinggi
A2	80	Tinggi	A20	93	Sangat tinggi
A3	35	Sangat rendah	A21	88	Tinggi
A4	86	Tinggi	A22	95	Sangat tinggi
A5	80	Tinggi	A23	85	Tinggi
A6	89	Tinggi	A24	94	Sangat tinggi
A7	88	Tinggi	A25	93	Sangat tinggi
A8	87	Tinggi	A26	98	Sangat tinggi
A9	100	Sangat tinggi	A27	76	Sedang
A10	75	Sedang	A28	92	Sangat tinggi
A11	87	Tinggi	A29	88	Tinggi
A12	98	Sangat tinggi	A30	90	Sangat tinggi
A13	93	Sangat tinggi	A31	85	Tinggi
A14	71	Sedang	A32	83	Tinggi
A15	83	Tinggi	A33	79	Sedang
A16	92	Sangat tinggi	A34	87	Tinggi
A17	80	Tinggi	A35	50	Sangat rendah
A18	78	Sedang	A36	78	Sedang
Rata-rata			84 %		Tinggi
Keterangan: sangat rendah 5.5%, sedang 16,7%, tinggi 44,5 %, dan sangat tinggi 33.3%					

Hasil persentase motivasi belajar peserta didik disajikan pada Tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Motivasi Belajar Peserta Didik Setiap Indikator

No	Indikator	Persentase (%)	Interpretasi
1	Adanya keinginan dan hasrat untuk berhasil	86.9	Tinggi
2	Adanya dorongan dan kebutuhan dalam belajar	82.4	Tinggi
3	Adanya harapan dan cita-cita di masa depan	82.5	Tinggi
4	Adanya penghargaan dalam belajar	82.9	Tinggi
5	Adanya kegiatan yang menarik dalam belajar	84.6	Tinggi
6	Adanya lingkungan belajar yang kondusif	86.1	Tinggi
Rata-rata		84.2	Tinggi

B. Uji Hipotesis

1. Pengujian Hipotesis Pertama

Pengujian hipotesis pertama dalam penelitian ini dilakukan untuk menentukan diterima atau ditolaknya hipotesis yang telah dirumuskan berdasarkan

kajian teoretis dan kerangka konseptual. Pengujian ini dijadikan acuan untuk mengevaluasi ada atau tidaknya peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik setelah belajar dengan menggunakan aplikasi Android berbasis STEM pada materi usaha dan energi. Sebelum melaksanakan uji hipotesis, dilakukan terlebih dahulu uji prasyarat berupa uji normalitas. Uji normalitas bertujuan untuk memastikan apakah data yang diperoleh terdistribusi secara normal, sehingga metode analisis statistik yang digunakan sesuai dengan karakteristik data. Pendekatan yang digunakan dalam uji hipotesis ini dirancang secara sistematis guna memastikan validitas dan reliabilitas hasil yang diperoleh, sekaligus memberikan kontribusi signifikan terhadap kajian akademik dan aplikasi praktis.

1) Uji Normalitas Data

Uji normalitas data berfungsi untuk mengevaluasi apakah data yang diperoleh mengikuti distribusi normal, yang menjadi dasar dalam memilih metode statistik yang tepat. Jika data terdistribusi normal, uji statistik parametrik, seperti uji t, dapat diterapkan karena uji ini mengasumsikan bahwa data mengikuti distribusi normal. Apabila data tidak terdistribusi normal, uji non-parametrik, yang tidak memerlukan asumsi distribusi tertentu, lebih sesuai untuk analisis. Uji normalitas menjadi langkah awal yang penting dalam menentukan jenis uji statistik yang akan digunakan. Hasil pengujian normalitas data harus dilakukan dengan benar karena sangat berpengaruh terhadap langkah selanjutnya. Hasil uji normalitas data disajikan pada Tabel 4.25.

Tabel 4. 25 Hasil Uji Normalitas

Nilai	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk	Keterangan
	Sig.	Sig.	
<i>Pretest</i>	0.069	0.088	Nilai Sig. > 0,05 Berdistribusi normal
<i>Posttest</i>	0.200	0.347	

Berdasarkan Tabel 4.25 diketahui bahwa nilai sig. pada *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk* semuanya lebih dari 0.05 (>0.05) sehingga data berdistribusi normal. Pengujian hipotesis dapat dilakukan dengan statistik parametrik menggunakan *Paired Samples T Test* atau sering disebut dengan uji t

berpasangan. Jika data tidak berdistribusi normal maka statistik yang digunakan adalah non parametrik.

2) Pengujian Hipotesis

Hasil pengujian hipotesis menggunakan *Paired Samples T Test* disajikan pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Hasil Pengujian Hipotesis Pertama

Hasil	Mean	Std. Deviaion	t	Df	Sig.(2-tailed)
<i>Pretest</i>	-62.66667	6.83687	-54.996	35	0.000
<i>Posttest</i>					
Keterangan	H₀₁ ditolak sehingga H₁₁ diterima				
Kesimpulan	Terdapat perbedaan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik sebelum dan sesudah belajar dengan menggunakan aplikasi android berbasis STEM.				

Hubungan kedua variabel *pretest* (sebelum belajar dengan menggunakan aplikasi Android berbasis STEM) dan *posttest* (setelah belajar dengan menggunakan aplikasi android berbasis STEM) disajikan pada Tabel 4.27.

Tabel 4. 27 Hubungan Variabel

Hasil	Mean	N	Correlation	Sig.
<i>Pretest</i>	10.1	36	0,855	0.000
<i>Posttest</i>	72.7	36		

Berdasarkan Tabel 4.27 diketahui bahwa hasil korelasi antara dua variabel menghasilkan nilai sig. 0.000 (sig. < 0.05). Hasil ini menunjukkan bahwa antara kedua variabel terdapat hubungan yang sangat kuat yaitu sebesar 0.855.

2. Pengujian Hipotesis Kedua

Pengujian hipotesis yang kedua bertujuan untuk menganalisis keterkaitan antara keterampilan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar peserta didik. Hasil pengujian normalitas data disajikan pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 28 Hasil Uji Normalitas

Nilai	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk	Keterangan
	Sig.	Sig.	
<i>Posttest</i>	0.200	0.347	Nilai sig. < 0.05 Berdistribusi tidak normal
Motivasi belajar	0.010	0.000	

Uji korelasi *Spearman-Rank* digunakan dalam pengujian hipotesis karena data berdistribusi tidak normal. Hasil pengujian hipotesis yang kedua disajikan pada Tabel 4.29.

Tabel 4. 29 Hasil Pengujian Hipotesis Kedua

Spearman's rho		<i>Posttest</i>	Motivasi
<i>Posttest</i>	Koefisien korelasi	1.000	0.420
	Sig. (2-tailed)		0.011
	N	36	36
Motivasi	Koefisien korelasi	0.420	1.000
	Sig. (2-tailed)	0.011	.
	N	36	36
Keterangan	Nilai sig. < 0.05 sehingga H₀₂ ditolak dan H₁₂ diterima		
Kesimpulan	Terdapat hubungan antara keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan motivasi belajar peserta didik		
Korelasi linier positif dengan kategori sedang			

C. Pembahasan

1. *Define*

Tahapan *Define* dalam model 4D bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengembangan media pembelajaran melalui beberapa analisis untuk memahami permasalahan pembelajaran (Wirjawan dkk., 2020). Kegiatan analisis yang dilakukan yaitu terkait dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik serta kurikulum termasuk capaian pembelajaran untuk menguraikan materi. Hasil analisis kurikulum pada ranah kognitif tingkat menganalisis menunjukkan bahwa pembelajaran mengenai usaha dan energi dapat dirancang untuk melatih kemampuan analitis peserta didik sekaligus meningkatkan motivasi belajar mereka. Materi pembelajaran pada ranah kognitif menganalisis dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu definisi dan nilai usaha, tanda nilai usaha, serta nilai usaha dari perubahan energi. Pada materi definisi dan nilai usaha peserta didik diarahkan untuk menganalisis informasi melalui penggunaan gambar dan tabel data sehingga mereka dapat mengenali pola atau hubungan antarbesaran dengan lebih mudah.

Pendekatan ini dapat menumbuhkan rasa ingin tahu dan mendorong mereka untuk lebih terlibat aktif dalam proses pembelajaran (Anwar dkk., 2022).

Materi tanda nilai usaha dicapai dengan cara peserta didik dilatih untuk mengidentifikasi dan merumuskan pertanyaan ilmiah berdasarkan data visual, yang memberikan tantangan intelektual dan meningkatkan minat mereka untuk memahami materi. Materi ini dirancang untuk mendorong peserta didik berpikir kritis serta menghubungkan konsep yang mereka pelajari dengan konteks kehidupan nyata. Materi nilai usaha dari perubahan energi dicapai dengan cara peserta didik diminta menganalisis hubungan sebab-akibat dalam skenario kompleks, seperti efek gaya pada benda di bidang miring, sehingga pembelajaran menjadi lebih aplikatif dan relevan dengan kehidupan sehari-hari (Bejo dkk, 2023).

Hasil analisis kurikulum pada ranah kognitif tingkat mengevaluasi menggambarkan bagaimana peserta didik dilatih untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan evaluatif melalui materi fisika tentang grafik gaya dan perpindahan, definisi energi, serta energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik. Materi grafik gaya dan perpindahan mengarahkan peserta didik untuk membuat hipotesis, mengkritik, dan melakukan pengujian berdasarkan data yang disajikan. Misalnya, peserta didik diminta menganalisis grafik gaya dan perpindahan terkait kegiatan sehari-hari untuk membuktikan konsep usaha secara nyata. Aktivitas ini dirancang untuk mengasah kemampuan peserta didik dalam menghubungkan teori dengan fenomena yang terjadi di lingkungan mereka.

Definisi energi melibatkan peserta didik dalam memberikan penilaian terhadap solusi atau gagasan menggunakan kriteria yang sesuai standar untuk memastikan efektivitas dan manfaatnya. Salah satu contohnya adalah mengevaluasi solusi penggunaan energi listrik di sekolah agar lebih efisien. Aktivitas ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik dalam menilai suatu permasalahan secara objektif dan memberikan solusi berdasarkan analisis yang mendalam. Materi energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Situasi konkret, seperti seorang anak bermain perosotan, digunakan untuk membantu peserta didik memahami besaran

energi dan hubungan antarbesaran tersebut. Aktivitas ini tidak hanya memperdalam pemahaman peserta didik terhadap konsep energi mekanik, tetapi juga melatih mereka mengevaluasi informasi secara kritis. Pemanfaatan aplikasi Android berbasis STEM dalam pembelajaran ini memungkinkan peserta didik terlibat secara interaktif dan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, sehingga mampu meningkatkan motivasi dan kemampuan evaluasi terhadap konsep-konsep fisika yang dipelajari (Suyatna dkk., 2020).

Hasil analisis kurikulum pada ranah kognitif tingkat mencipta memberikan gambaran tentang bagaimana peserta didik dilatih untuk mengembangkan kemampuan kreatif dan inovatif melalui materi gaya, usaha, perpindahan, energi mekanik, serta perubahan bentuk energi. Materi gaya, usaha, dan perpindahan mengarahkan peserta didik untuk membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap permasalahan tertentu. Sebagai contoh, peserta didik disajikan situasi berupa gambar dua orang yang kesulitan mendorong mobil, dilengkapi tabel gaya tarik, sehingga mereka dapat menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan usaha dalam mendorong mobil tersebut. Aktivitas ini bertujuan untuk melatih peserta didik dalam menghubungkan data dengan konsep fisika untuk menarik kesimpulan yang tepat (Jenahut & Lake, 2023).

Energi mekanik menekankan pada kemampuan peserta didik dalam merancang solusi terhadap suatu masalah. Gambar ilustrasi tentang balok yang dilepas dari berbagai titik ketinggian digunakan untuk membantu peserta didik memecahkan permasalahan dengan menghitung kecepatan balok di setiap titik. Aktivitas ini melatih peserta didik untuk berpikir analitis dalam merancang langkah-langkah penyelesaian berdasarkan prinsip energi mekanik dan hukum-hukum fisika yang relevan (Rahmah dkk., 2024). Perubahan bentuk energi mengajarkan peserta didik untuk mengorganisasikan unsur-unsur yang ada menjadi struktur baru. Penyajian tabel alat dan bahan sebagai media pembelajaran memungkinkan peserta didik untuk membuat desain alat peraga yang menggambarkan perubahan bentuk energi sesuai kreativitas mereka. Aktivitas ini tidak hanya mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik, tetapi juga memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep-konsep fisika melalui praktik

langsung (Khoiri dkk., 2023). Pemanfaatan aplikasi Android berbasis STEM dalam pembelajaran ini memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan inovatif, sehingga dapat meningkatkan motivasi peserta didik untuk mempelajari dan memahami konsep-konsep fisika secara lebih mendalam (Azilia dkk., 2022).

Pemanfaatan aplikasi Android berbasis STEM mampu menghadirkan pengalaman pembelajaran yang menarik dan interaktif. Hal ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan peserta didik tetapi juga membangun suasana pembelajaran yang lebih menyenangkan dan produktif. Strategi ini memungkinkan peserta didik merasakan manfaat langsung dari konsep fisika dalam konteks nyata, yang pada akhirnya dapat memperkuat motivasi belajar mereka. Menurut Dada (2022) aspek visual dan praktis dari pembelajaran berbasis teknologi juga membantu siswa merasa lebih percaya diri saat menghadapi materi yang sebelumnya dianggap sulit, sehingga mereka lebih termotivasi untuk mencapai hasil belajar yang optimal sehingga hasil penelitian ini sejalan dengan teori yang ada.

2. Design

a. Flowchart

Flowchart dalam penelitian ini menggambarkan alur kerja aplikasi Android berbasis STEM yang dirancang untuk mendukung pembelajaran interaktif. Alur dimulai dari halaman login, dilanjutkan dengan pengenalan pengguna melalui bagian biografi dan petunjuk penggunaan, sebelum akhirnya masuk ke menu utama. Rancangan ini menunjukkan pendekatan yang terstruktur dan mengutamakan kemudahan navigasi bagi pengguna. Aplikasi ini memanfaatkan berbagai elemen pembelajaran STEM seperti materi pembelajaran, simulasi PhET (*Physics Education Technology*), video edukasi, bank soal, dan latihan. Simulasi PhET menjadi salah satu elemen yang menonjol karena membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak melalui visualisasi interaktif (Ismail & Yusof, 2023).

Konten dalam aplikasi ini disusun secara modular, dengan pembagian ke dalam tiga tahap utama: LKPD 1, LKPD 2, dan LKPD 3. Setiap tahap mencakup materi, simulasi, video, bank soal, dan latihan, sehingga mendukung pembelajaran secara bertahap dan mendalam. Aplikasi ini juga dilengkapi dengan fitur evaluasi

berupa tes. Pengguna yang berhasil menyelesaikan tes akan diarahkan ke tahap akhir, sedangkan pengguna yang belum berhasil dapat kembali ke materi sebelumnya untuk memperbaiki pemahaman. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi ini menerapkan prinsip pembelajaran adaptif yang mendorong pengguna untuk belajar secara mandiri dan bertahap. Menurut Rizky (2020) pembelajaran yang adaptif dapat juga melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Motivasi belajar peserta didik akan meningkat karena merasa senang saat dapat mengikuti kegiatan pembelajaran yang menarik dengan baik (Rizki dkk., 2024).

Navigasi dalam aplikasi ini dirancang fleksibel, memungkinkan pengguna untuk kembali ke menu utama kapan saja untuk mengakses bagian tertentu. Fleksibilitas ini meningkatkan kenyamanan pengguna dan meminimalkan kebingungan selama proses pembelajaran. Pendekatan ini relevan dengan kebutuhan pendidikan era digital, di mana pembelajaran tidak hanya membutuhkan materi teoretis tetapi juga pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan. Dengan integrasi simulasi, evaluasi adaptif, dan pendekatan modular, aplikasi ini mampu mendukung penguasaan konsep-konsep STEM yang kompleks sekaligus meningkatkan keterlibatan siswa.

b. *Storyline*

Storyline berfungsi sebagai kerangka naratif yang terstruktur dalam pengembangan aplikasi Android berbasis STEM (Sitorus dkk., 2023). Elemen ini memastikan setiap bagian aplikasi terintegrasi secara logis dan relevan untuk mendukung tujuan pembelajaran. Gambar yang ditampilkan menjadi salah satu bagian kecil dari *storyline* yang dirancang untuk membangun alur interaksi pengguna secara terarah. Penggunaan *storyline* membantu menyusun elemen-elemen penting, seperti halaman login yang memberikan akses awal ke aplikasi. Halaman login ini tidak hanya memastikan keamanan, tetapi juga menghadirkan pengalaman pertama yang menarik melalui musik pembuka dan desain visual. *Storyline* memungkinkan pengembang merancang aplikasi yang menyelaraskan tujuan pembelajaran STEM dengan fitur-fitur interaktif seperti simulasi, latihan, dan evaluasi.

Penerapan *storyline* menciptakan koneksi antara materi teoretis dan pengalaman praktis yang diberikan dalam aplikasi. Tahapan pembelajaran yang terstruktur memandu pengguna dari konsep dasar hingga aplikasi praktis, memastikan pemahaman secara bertahap dan mendalam. Peran *storyline* menjadi sangat penting untuk menjaga konsistensi alur aplikasi sekaligus meningkatkan keterlibatan pengguna dalam proses pembelajaran (Sitorus dkk., 2023).

c. Pembuatan Aplikasi Android Berbasis STEM

Pembuatan aplikasi Android berbasis STEM dilakukan menggunakan MIT App Inventor. Pembuatan *screen login* dilakukan menggunakan kode logika menggunakan *block* yang sederhana. Ketika aplikasi pada layar android yang *terinstall* di klik maka tampilan *login* akan muncul dengan musik pembuka sehingga dapat membuat peserta didik menjadi lebih semangat. Peserta didik diharuskan memasukkan *username* dan *password* dengan benar sehingga bisa masuk ke halaman selanjutnya. *Username* dan *password* yang salah akan mengakibatkan munculnya notifikasi pemberitahuan bahwa ada sesuatu yang salah sehingga akan menghambat proses masuk pada halaman berikutnya.

Screen selanjutnya yaitu identitas pembuat aplikasi dengan berbagai validator ahli materi dan ahli media. Berfungsi untuk mengenalkan kepada pemakai aplikasi Android berbasis STEM bahwa aplikasi ini dikembangkan sesuai dengan kaidah keilmuan. *Screen* identitas juga memuat judul pengembangan aplikasi sehingga menjadi jelas tujuan dari pembuatan aplikasi Android berbasis STEM ini. Klik lanjutkan pada bagian bawah maka akan muncul *screen* petunjuk umum aplikasi yang didalamnya berisi langkah-langkah umum penggunaan aplikasi dari mulai berdoa sampai penutup. *Screen* selanjutnya adalah menu yang terdiri dari menu *pretest*, info penting yang berisi rumusan masalah, materi usaha dan energi, bank soal, video pembelajaran, simulasi PhET, LKPD, *posttest*, dan angket motivasi belajar peserta didik.

Menu *pretest* berisi soal-soal tes berbasis kemampuan berpikir tingkat tinggi mulai dari ranah kognitif menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Soal *pretest* berjumlah sembilan butir dengan masing-masing ranah kognitif diukur tiga soal. Menu ruang info berisi batasan masalah terkait dengan penelitian yang dilakukan

serta berisi penjelasan terkait istilah-istilah yang dikhawatirkan dapat menimbulkan salah makna. *Screen* selanjutnya yaitu terkait materi pembelajaran dalam bentuk *ebook* yang didalamnya berisi konten materi usaha dan energi termasuk beberapa prinsip kerja alat seperti baterai dan saklar yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan.

Aplikasi Android berbasis STEM ini menawarkan materi ajar yang lengkap, mencakup konsep usaha dan energi secara terstruktur. Soal evaluasi disediakan untuk menguji pemahaman siswa pada semua tingkat kognitif, mulai dari C1 hingga C6, meliputi pemahaman dasar hingga analisis dan evaluasi tingkat lanjut. Menu bank soal tersedia sebagai kumpulan latihan dan contoh soal yang dirancang secara bertahap, mulai dari tingkat dasar hingga tingkat tinggi. Fitur ini membantu siswa melatih kemampuan secara progresif sesuai tingkat kesulitan, mempersiapkan mereka menghadapi evaluasi yang lebih kompleks.

Video pembelajaran interaktif disertakan untuk membantu siswa memahami materi usaha dan energi secara visual (Utami et al., 2024). Simulasi PhET, seperti *skatepark* dan konversi energi, memberikan kesempatan eksplorasi interaktif, memungkinkan siswa memvisualisasikan prinsip fisika dengan cara yang menarik dan praktis. LKPD terdiri atas tiga tahap, yaitu LKPD 1, LKPD 2, dan LKPD 3. Setiap tahap dirancang untuk memandu siswa dalam mengeksplorasi konsep secara bertahap, mulai dari pengenalan hingga aplikasi kompleks. Aktivitas dalam LKPD ini mendorong pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Faryanto (2023) menyatakan bahwa simulasi PhET terbukti dapat meningkatkan motivasi belajar fisika peserta didik sehingga penelitian ini sejalan dengan teori yang telah ada sebelumnya.

Menu angket motivasi belajar juga tersedia untuk mengukur tingkat motivasi siswa sebelum dan sesudah menggunakan aplikasi. Hasil dari angket ini memberikan wawasan mengenai pengaruh aplikasi terhadap motivasi belajar, sekaligus menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan semangat siswa. Pretest dan posttest disediakan dengan soal yang identik untuk mengukur perkembangan pemahaman siswa. *Pretest* mengidentifikasi tingkat awal pemahaman siswa, sementara *posttest* mengevaluasi hasil pembelajaran setelah

penggunaan aplikasi. Perbandingan hasil keduanya memberikan gambaran jelas mengenai efektivitas proses pembelajaran. Fitur-fitur dalam aplikasi ini mendukung pembelajaran interaktif, meningkatkan pemahaman siswa, serta membantu mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar secara keseluruhan.

3. Development

a. Kelayakan Media Pembelajaran Aplikasi Android Berbasis STEM

Hasil validasi aplikasi Android berbasis STEM yang ditampilkan dalam tabel menunjukkan penilaian dari tiga validator terhadap tiga aspek utama, yaitu media, penyajian, dan rekayasa perangkat lunak. Setiap aspek dinilai berdasarkan indikator tertentu untuk memastikan kualitas dan kelayakan aplikasi sebagai media pembelajaran. Aspek media memperoleh nilai rata-rata yang sangat baik, menunjukkan bahwa aplikasi ini mudah digunakan, memiliki tujuan pembelajaran yang jelas, serta mendukung pembelajaran yang mandiri dan efektif bagi peserta didik. Hal ini mengindikasikan bahwa aplikasi dirancang untuk memfasilitasi pengguna secara optimal dalam proses belajar. Menurut Tamela dkk (2021) media pembelajaran yang masuk kategori sangat valid mempunyai peluang besar untuk lebih efektif digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Hasil validitas sangat layak juga mengindikasikan bahwa media ini telah memenuhi standar yang diperlukan untuk digunakan dalam pembelajaran (Tamaela et al., 2021).

Aspek penyajian mendapatkan penilaian tinggi pada indikator kemenarikan tampilan, kesesuaian tata letak, serta kejelasan gambar dan video. Desain aplikasi disesuaikan dengan tema materi, sehingga mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan informatif. Meskipun demikian, validator memberikan beberapa masukan, seperti adanya warna yang terlalu mencolok dan variasi tulisan yang berlebihan. Masukan ini telah ditindaklanjuti dengan revisi sehingga menghasilkan tampilan yang lebih harmonis dan profesional. Aspek rekayasa perangkat lunak mendapat penilaian yang sangat baik, terutama dalam hal inovasi pembelajaran interaktif, kemudahan penggunaan fitur, dan keberlanjutan aplikasi untuk pengembangan teknologi pembelajaran. Aplikasi dirancang agar dapat diakses dengan mudah dan mendukung kebutuhan pendidikan berbasis teknologi

secara efektif. Fitriyani (2020) menekankan pentingnya elemen visual dan interaktif dalam media pembelajaran untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan membantu mereka memproses informasi secara lebih efektif.

Secara keseluruhan, aplikasi ini mendapatkan skor rata-rata total 4,3 dengan persentase validasi sebesar 86,3%, yang tergolong dalam kategori "sangat valid" dengan koefisien kesepakatan antar pengamat 0.69 masuk pada kategori tinggi. Setelah dilakukan beberapa revisi berdasarkan saran validator, aplikasi telah disempurnakan sehingga sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran. Berdasarkan pada kelayakan yang telah teruji, aplikasi ini diharapkan dapat membantu proses belajar-mengajar secara lebih interaktif dan menarik. Secara praktis, validitas tinggi yang diperoleh aplikasi ini juga menunjukkan potensi efektivitasnya dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Uno (2022), yang menyatakan bahwa media pembelajaran yang menarik dan relevan dengan kebutuhan siswa dapat meningkatkan keinginan dan semangat untuk belajar, serta menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

b. Hasil Validasi Materi Aplikasi Android Berbasis STEM

Hasil validasi materi usaha dan energi dari media pembelajaran aplikasi Android berbasis STEM menunjukkan bahwa konten pembelajaran telah melalui evaluasi yang ketat oleh tiga validator (Fitriyani dkk., 2020). Setiap validator memberikan penilaian terhadap empat aspek utama: materi, bahasa, penyajian, dan kompetensi. Evaluasi ini memastikan bahwa materi dalam aplikasi memenuhi standar kualitas yang tinggi dan relevan dengan tujuan pembelajaran.

Aspek materi memperoleh nilai rata-rata yang sangat baik, menunjukkan bahwa konten sesuai dengan konsep usaha dan energi. Penilaian ini mencerminkan bahwa materi telah dirancang untuk memberikan pemahaman yang akurat dan relevan terhadap peserta didik (Herlina & Rosidin, 2020; Mafaza et al., 2022). Validator memberikan apresiasi terhadap keterpaduan antara teori dan aplikasinya dalam pembelajaran. Aspek bahasa dinilai dengan rata-rata tinggi, menekankan keterbacaan dan kejelasan bahasa yang digunakan dalam aplikasi. Penyampaian informasi dilakukan dengan cara yang mudah dipahami, tanpa mengurangi esensi

dari konsep-konsep penting yang disampaikan. Penggunaan bahasa yang komunikatif membantu peserta didik memahami materi secara efektif.

Aspek penyajian mendapatkan nilai rata-rata sangat baik. Penyajian materi dirancang dengan tepat, memastikan bahwa informasi disampaikan secara terstruktur dan menarik (Desiriah & Setyarsih, 2021). Validator menilai bahwa penggunaan media visual dan layout aplikasi mendukung penyajian materi secara optimal, sehingga dapat meningkatkan pemahaman peserta didik. Aspek kompetensi mendapatkan penilaian yang sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa materi dalam aplikasi mendukung pengembangan kompetensi peserta didik secara maksimal. Setiap bagian materi dirancang untuk mendorong penguasaan konsep usaha dan energi serta penerapannya dalam berbagai situasi pembelajaran.

Secara keseluruhan, aplikasi ini mendapatkan skor rata-rata total 4,7 dengan persentase validasi sebesar 94%, yang tergolong dalam kategori "sangat valid" dengan koefisien kesepakatan antar pengamat 0.69 masuk pada kategori tinggi. Penilaian ini mencerminkan bahwa materi usaha dan energi dalam aplikasi telah memenuhi kriteria kualitas yang tinggi, baik dari segi isi, bahasa, penyajian, maupun pengembangan kompetensi. Hasil validasi ini mempunyai arti bahwa aplikasi Android berbasis STEM ini sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi usaha dan energi.

Hasil validasi media dan materi dalam pengembangan aplikasi Android berbasis STEM ini memberikan tambahan wawasan ketika dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Dalam beberapa studi sebelumnya, aplikasi pembelajaran berbasis teknologi sering kali dinilai berdasarkan kemudahan aksesibilitas dan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Namun, penelitian ini tidak hanya fokus pada aspek tersebut tetapi juga mengevaluasi keterpaduan antara media, materi, dan penyajian yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran berbasis STEM.

Berbeda dengan penelitian terdahulu yang cenderung menilai media pembelajaran dari aspek teknis atau fungsional saja, hasil pengembangan ini menunjukkan bahwa proses revisi dari masukan validator seperti memperbaiki

warna yang mencolok dan tulisan yang variatif menjadi langkah yang signifikan. Kegiatan ini mencerminkan bahwa pengembangan tidak hanya terfokus pada isi, tetapi juga pada bagaimana materi disajikan secara visual agar tidak mengganggu kenyamanan pengguna (Datoh et al., 2019; Esomar et al., 2022). Penelitian sebelumnya sering mengabaikan aspek ini, sehingga pengembangan saat ini memberikan kontribusi unik terhadap desain media pembelajaran.

Perbedaan lain terletak pada kehadiran komponen soal yang mencakup ranah kognitif C1 hingga C6 serta integrasi simulasi PhET dalam aplikasi. Beberapa penelitian terdahulu biasanya hanya menyediakan soal tingkat dasar atau menengah tanpa mengintegrasikan simulasi berbasis teknologi (Keleman, 2021). Pendekatan ini menjadi pembeda yang signifikan, karena aplikasi yang dikembangkan memberikan pengalaman belajar yang lebih kaya, mencakup kemampuan analisis hingga evaluasi, sesuai dengan tuntutan pembelajaran berbasis STEM yang holistik (Haryadi & Pujiastuti, 2022).

Keberadaan fitur tambahan, seperti angket motivasi belajar, juga menjadi inovasi yang jarang ditemukan dalam penelitian terdahulu (Dasilva dkk., 2019). Fitur ini memungkinkan aplikasi untuk tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga alat evaluasi terhadap aspek afektif peserta didik. Inovasi ini mencerminkan fokus yang lebih luas dalam pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis teknologi, yang menjadikannya tidak hanya relevan secara kurikulum tetapi juga adaptif terhadap kebutuhan belajar abad ke-21.

c. Hasil Uji Coba Skala Kecil

Berdasarkan hasil uji coba skala kecil yang dilakukan, aplikasi Android berbasis STEM untuk materi usaha dan energi menunjukkan hasil yang sangat valid. Peserta didik secara keseluruhan memberikan umpan balik positif terkait berbagai aspek aplikasi, termasuk kecocokan materi dengan kebutuhan kurikulum, tampilan yang jelas, dan kemudahan penggunaan. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi ini cukup efektif dalam mendukung proses pembelajaran. Kelebihan utama aplikasi ini salah satunya adalah penyajian materi yang sesuai dengan tingkat kognitif siswa SMA, menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami. Menurut Staphenbelt (2019) kejelasan dan kesesuaian bahasa yang digunakan dalam

media pembelajaran sangat berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik. Ditambah dengan visualisasi yang menarik, aplikasi ini berhasil mengkomunikasikan konsep-konsep fisika dengan cara yang lebih mudah diakses. Alur pembelajaran yang dirancang secara logis dan interaktif juga mendorong siswa untuk lebih aktif terlibat dalam setiap sesi pembelajaran. Fitur navigasi yang mudah digunakan memungkinkan siswa untuk menjelajahi berbagai materi dan soal latihan dengan lancar (Stappenbelt et al., 2019).

Aplikasi ini memang telah menunjukkan potensi yang baik namun ada beberapa aspek yang perlu diperbaiki. Salah satunya adalah memperkaya variasi soal latihan agar siswa dapat mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dalam konteks yang lebih luas. Selain itu, penambahan fitur interaktif seperti simulasi atau game dapat meningkatkan daya tarik dan efektivitas pembelajaran. Fitur evaluasi diri yang memungkinkan siswa untuk melacak perkembangan mereka secara mandiri juga merupakan tambahan yang akan sangat bermanfaat.

Aplikasi ini memiliki beberapa keunggulan. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu seperti fokus yang lebih spesifik pada materi usaha dan energi serta desain antarmuka yang lebih menarik. Meskipun demikian, masih ada ruang untuk pengembangan lebih lanjut, terutama dalam hal integrasi dengan kurikulum yang lebih mendalam dan penambahan fitur kolaboratif untuk mendukung interaksi antar siswa.

4. Dissemination

a. Pretest

Berdasarkan tabel 4.10 hasil *pretest* peserta didik kelas XI rumpun teknik semuanya masuk pada kategori rendah dengan nilai rata-rata 10 dari skala 100. Hasil *pretest* yang menunjukkan rata-rata nilai rendah dapat dijelaskan melalui beberapa faktor yang saling berkaitan. Alasan utamanya adalah kurangnya pemahaman awal peserta didik terhadap materi usaha dan energi. Hasil *pretest* yang rendah juga menunjukkan bahwa pemahaman awal siswa terhadap materi yang akan diajarkan masih terbatas, sehingga diperlukan pendekatan pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pemahaman mereka (Sulaiman, Rosales, & Kyung, 2023). Konsep dalam topik ini sering kali dianggap abstrak dan sulit dipahami,

terutama jika peserta didik belum memiliki dasar pengetahuan yang memadai. Rendahnya nilai juga mencerminkan keterbatasan dalam proses pembelajaran sebelumnya, di mana materi ini mungkin belum diajarkan secara komprehensif atau disertai latihan yang cukup (Bakri dkk, 2020).

Soal yang digunakan dalam *pretest* dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti analisis, evaluasi, dan sintesis. Sebagian besar siswa belum terbiasa dengan jenis soal ini karena pada pembelajaran sehari-hari mereka lebih sering dihadapkan pada soal yang berfokus pada kemampuan dasar seperti mengingat atau memahami. Kondisi ini membuat siswa kesulitan untuk menjawab soal *pretest* secara optimal (Flegr, Kuhn, & Scheiter, 2023).

Motivasi belajar juga menjadi faktor pendukung rendahnya hasil *pretest* (Uno, 2022). Peserta didik yang tidak memahami pentingnya *pretest* atau kurang termotivasi cenderung memberikan usaha yang minim saat mengerjakan soal. Nilai rendah tersebut menjadi gambaran objektif kemampuan awal siswa sebelum adanya intervensi pembelajaran melalui aplikasi Android berbasis STEM.

Hasil *pretest* yang rendah ini bukanlah cerminan kegagalan peserta didik, melainkan menunjukkan kebutuhan akan inovasi pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman mereka (Flegr, Kuhn, & Scheiter, 2023). Penggunaan aplikasi berbasis STEM diharapkan dapat membantu siswa memahami materi usaha dan energi secara lebih mendalam serta melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi yang sebelumnya kurang terasah. Hasil *pretest* menjadi pijakan penting untuk menilai dampak positif dari metode pembelajaran yang diterapkan.

b. Kegiatan Pembelajaran 1

Berdasarkan tabel hasil keterlaksanaan pembelajaran pertama menggunakan model *discovery learning* pada materi usaha dan energi dengan bantuan aplikasi Android berbasis STEM, terlihat bahwa tingkat keberhasilan kegiatan pembelajaran oleh guru maupun peserta didik mencapai kategori sangat baik. Persentase keterlaksanaan untuk guru adalah 87%, sedangkan peserta didik mencapai 88% dengan koefisien kesepakatan pengamat yang tinggi yaitu 0.75. Hasil ini menunjukkan bahwa baik guru maupun peserta didik telah

mengimplementasikan pembelajaran sesuai dengan sintak *discovery learning* dengan efektif (Festiyed et al., 2022).

Pembelajaran yang menggunakan simulasi PhET skatepark dalam model *discovery learning* memberikan pengalaman yang interaktif, terutama dalam konteks materi usaha dan energi. Tahapan dalam sintak *discovery learning* mulai dari *stimulation*, *problem statement*, hingga *generalization* dilalui dengan baik oleh guru dan peserta didik, dengan penilaian yang konsisten sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa proses penemuan dan penyelesaian masalah *dalam discovery learning* berhasil memfasilitasi siswa dalam mengembangkan pemahaman konsep usaha dan energi (Al-Ansi et al. , 2023).

Penggunaan simulasi PhET *skatepark* memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan dan memahami konsep fisika yang abstrak seperti hubungan antara usaha, energi kinetik, dan energi potensial dengan lebih mudah (Harun dkk., 2020). Aplikasi ini memberikan siswa kesempatan untuk melakukan eksperimen virtual, menguji berbagai skenario, dan melihat efek perubahan secara langsung. Simulasi tersebut juga mendukung eksplorasi mandiri peserta didik yang sesuai dengan prinsip STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), di mana mereka dilibatkan dalam proses berpikir kritis, analitis, dan berbasis pemecahan masalah yang merupakan bagian dari kemampuan berpikir tingkat tinggi (Cardenas dkk., 2023).

Penerapan *discovery learning* dalam pembelajaran berbasis simulasi ini juga memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga sebagai penemu konsep melalui eksplorasi dan verifikasi hasil dari simulasi. Pada tahap *verification* dan *generalization*, siswa dilatih untuk menguji hipotesis mereka berdasarkan data yang mereka kumpulkan dari simulasi. Hasil ini memperkuat kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemahaman mendalam terhadap konsep fisika yang sedang dipelajari (Maharani dkk., 2024). Hasil penilaian LKPD 1 menunjukkan bahwa peserta didik mengisi pertanyaan dengan baik. Nilai semua anggota kelompok tidak ada yang di bawah 80 sehingga kegiatan pembelajaran yang mereka lakukan benar-benar berjalan dengan baik. Kelompok satu dan kelompok dua memperoleh nilai 80. Dua kelompok ini memperoleh nilai

yang sama walaupun jawaban mereka berbeda. Keduanya punya kelebihan dan kekurangan masing-masing. Kelompok tiga dan enam memperoleh nilai tertinggi yaitu 84 hal ini menandakan bahwa dua kelompok ini memiliki pemahaman yang terbaik mengenai materi pelajaran pada pertemuan pertama.

Secara keseluruhan pembelajaran yang melibatkan aplikasi Android berbasis STEM, terutama dengan integrasi simulasi PhET *skatepark*, memberikan pengalaman belajar yang inovatif dan interaktif. Model *discovery learning* yang diterapkan memastikan bahwa siswa tidak hanya memahami materi secara konseptual tetapi juga mampu menerapkannya dalam situasi yang lebih praktis dan relevan dengan kehidupan sehari-hari sesuai dengan teori yang berlaku sebelumnya (Wirjawan dkk, 2020). Hasil keterlaksanaan yang sangat baik pada guru dan peserta didik ini mengindikasikan bahwa pendekatan ini sangat efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan pemahaman siswa terhadap materi usaha dan energi.

c. Kegiatan Pembelajaran 2

Pembelajaran kedua terkait konversi energi dan Hukum Kekekalan Energi berjalan lebih dinamis. Peserta didik terlihat semakin nyaman menggunakan aplikasi Android berbasis STEM, terutama dalam memahami konsep usaha dan energi. Pembelajaran berbasis simulasi melalui PhET memberikan visualisasi yang lebih jelas mengenai bagaimana energi dapat berubah bentuk tanpa melanggar prinsip kekekalan energi (Vuztasari et al., 2023). Simulasi ini memungkinkan peserta didik untuk langsung melihat perubahan energi gerak menjadi energi panas, memperkuat pemahaman mereka tentang hukum tersebut.

Kegiatan pembelajaran pertemuan kedua pada tahap *stimulation* peserta didik diminta untuk mengamati gambar perubahan bentuk energi pada LKPD 2 melalui aplikasi Android berbasis STEM. Peserta didik selanjutnya diminta untuk membuat pertanyaan ilmiah terkait dengan fenomena dan gambar yang mereka amati. Pertanyaan dibuat sebanyak mungkin tetapi disampaikan kepada guru terlebih dahulu sehingga pertanyaan yang tidak menunjang tercapainya tujuan pembelajaran tidak akan dipilih atau dimasukkan pada bagian *problem statement*. Pertanyaan

yang telah terpilih selanjutnya mereka tulis pada LKPD. Peserta didik diminta untuk membuat hipotesis terhadap rumusan masalah yang telah mereka buat.

Peserta didik melanjutkan kegiatan pembelajaran dengan mencari informasi untuk menjawab setiap rumusan masalah dan melakukan kegiatan praktikum menggunakan simulasi PhET perubahan bentuk energi. Data yang berhasil mereka kumpulkan kemudian mereka analisis dengan berdiskusi bersama teman kelompoknya. Hasil pengolahan data digunakan untuk menjawab setiap rumusan masalah dan pertanyaan lain yang ada pada LKPD 2. Kemudian peserta didik melakukan verifikasi dengan mempresentasikan hasil pekerjaannya didepan kelas kepada kelompoknya yang lain. Kelompok yang lain menanggapi, bertanya, dan menyanggah apabila ada hasil yang kurang tepat. Peserta didik terlihat sangat asik dalam berdiskusi mereka aktif saling bertanya saling menyanggah dan saling bertukar pikiran. Kelompok yang lain bergantian melakukan presentasi kemudian beberapa hasil yang kurang sesuai mereka perbaiki dan akhirnya dibuatlah kesimpulan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan.

Pada tahap *stimulation* dan *problem statement*, tingkat keterlibatan peserta didik semakin tinggi. Pemberian masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari memudahkan peserta didik untuk memahami konteks materi (Farooq & Wu, 2022). Mereka dapat dengan cepat menangkap permasalahan yang diberikan, terbukti dari skor keterlaksanaan 90%. Kesiapan ini menandakan bahwa peserta didik mulai beradaptasi dengan model *discovery learning* yang menuntut partisipasi aktif dan kemampuan berpikir analitis (Abdurrahman dkk., 2023).

Tahapan pengumpulan data dan pengolahan data menjadi momen krusial dalam pembelajaran ini. Peserta didik diminta untuk mengeksplorasi konsep energi melalui simulasi yang memungkinkan mereka melakukan percobaan secara virtual (Santos et al., 2023). Penggunaan simulasi bukan hanya membuat materi lebih mudah dipahami, tetapi juga melatih keterampilan analisis (Hasan, Khan, & Ahmed, 2024). Data yang diperoleh dari simulasi diolah untuk membuktikan teori Hukum Kekekalan Energi, di mana energi total dalam sistem tetap sama meski terjadi perubahan bentuk energi. Aktivitas ini tidak hanya memperkuat kemampuan

peserta didik dalam melakukan pengamatan dan analisis data, tetapi juga membantu mereka untuk memahami penerapan konsep fisika dalam dunia nyata.

Melalui tahap *verification* dan *generalization* peserta didik dapat membuktikan hipotesis yang telah mereka buat sebelumnya. Proses ini mengasah kemampuan mereka untuk berpikir logis dan ilmiah, di mana mereka dihadapkan pada data nyata yang perlu diolah dan dijustifikasi (Kumas, 2022). Pengalaman ini memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai keterkaitan antara teori dan praktik. Peserta didik juga dilatih untuk membuat kesimpulan yang relevan berdasarkan data yang mereka kumpulkan, memberikan pemahaman lebih komprehensif mengenai konsep konversi energi.

Hasil penilaian LKPD 2 menunjukkan adanya peningkatan untuk semua kelompok kecuali kelompok 2. Hasil ini menunjukkan bahwa materi pembelajaran yang kedua lebih mudah dibandingkan dengan materi pembelajaran yang pertama. Kegiatan pembelajaran yang kedua cenderung lebih berbicara konsep sedangkan kegiatan pembelajaran pertama banyak menggunakan hitungan. Berdasarkan grafik, kelompok 2 memiliki nilai terendah dibandingkan kelompok lain, sementara kelompok 3 dan 6 mencapai nilai tertinggi. Ada beberapa kemungkinan penyebab rendahnya nilai kelompok 2, meskipun pembelajaran pada pertemuan kedua lebih mudah. Pertama, faktor internal seperti kurangnya kerja sama tim atau distribusi tugas yang tidak merata dapat memengaruhi hasil kelompok. Selain itu, pemahaman individu terhadap materi mungkin belum merata, sehingga hasilnya tidak maksimal. Kedua, motivasi dan fokus anggota kelompok 2 mungkin menurun pada pertemuan kedua, atau mereka merasa terlalu percaya diri karena materinya lebih sederhana, sehingga kurang mempersiapkan diri. Faktor eksternal, seperti suasana belajar yang kurang kondusif atau kendala teknis selama proses pembelajaran, juga bisa menjadi penyebab (Uno, 2022). Sebaliknya, kelompok 3 dan 6 yang mencapai nilai tertinggi kemungkinan menunjukkan kerja sama tim yang baik, pemahaman materi yang kuat, serta motivasi dan fokus tinggi dalam menyelesaikan tugas. Perbedaan hasil antar kelompok ini mencerminkan pengaruh dari berbagai faktor, baik internal maupun eksternal, yang menentukan efektivitas pembelajaran dan hasil yang dicapai (Kumas, 2022)..

Pembelajaran berbasis aplikasi Android berbasis STEM dengan model *discovery learning* terbukti meningkatkan efektivitas pengajaran fisika sehingga dapat menambah peluang meningkatnya keterampilan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar peserta didik (Kokkonen et al., 2022). Peserta didik menunjukkan kemajuan signifikan, tidak hanya dalam memahami materi, tetapi juga dalam keterampilan eksplorasi dan analisis (Aji & Suparno, 2021). Penggunaan teknologi simulasi memfasilitasi pembelajaran yang interaktif, memungkinkan peserta didik untuk mengalami dan menguji konsep fisika secara langsung. Metode ini juga membantu siswa untuk tidak hanya menjadi pengamat pasif, tetapi juga aktif dalam proses penemuan, pemecahan masalah, dan pengambilan kesimpulan (Byusa et al., 2022).

d. Kegiatan Pembelajaran 3

Kegiatan pembelajaran pada pertemuan ketiga dilakukan sesuai dengan sintak model *discovery learning* seperti pembelajaran sebelumnya. Perbedaannya terletak pada pembuatan alat peraga usaha dan energi. Kegiatan pembelajaran yang ketiga dimulai dengan tahap pemberian stimulus dengan menyuguhkan fenomena dan gambar yang sifatnya memberikan tantangan kepada peserta didik dalam membuat alat peraga perubahan bentuk energi. Peserta didik juga merumuskan pertanyaan ilmiah yang jawabannya akan menjadi petunjuk sistematis dalam membuat alat peraga perubahan bentuk energi. Peserta didik membuat pertanyaan yang mendukung dalam pembuatan alat peraga. Peserta didik selanjutnya mengumpulkan data dan menjawab pertanyaan pada rumusan masalah. Peserta didik menentukan nama alat, alat dan bahan, cara membuat, desain gambar alat, prinsip kerja, perhitungan jumlah alat dan bahan, serta perhitungan biaya.

Kegiatan pembelajaran yang berhubungan dengan STEM pada pembelajaran pertemuan ketiga yaitu *Science* (terkait dengan penggunaan konsep usaha dan energi dalam menyelesaikan tantangan membuat alat peraga), *Technology* (peserta didik belajar terkait cara menggunakan baterai, saklar, dinamo, panel surya, dan bahkan cara merangkai berbagai komponen alat untuk membuat alat peraga), *Engineering* (peserta didik membuat desain alat peraga, membuat alat peraga dengan menggabungkan berbagai komponen alat dan bahan), *Mathematic* (peserta

didik menghitung jumlah alat dan bahan yang dibutuhkan, menghitung biaya yang dibutuhkan dalam membuat alat peraga).

Peserta didik selanjutnya membawa alat dan bahan yang sebelumnya telah diinformasikan dan melengkapinya dengan alat dan bahan yang disediakan oleh guru. Peserta didik terlihat sangat antusias dalam membuat kerangka alat peraga. Mereka terlihat fokus bekerja dan semua peserta didik terlibat aktif dalam kegiatan pembuatan alat peraga ini. Peserta didik selanjutnya menguji alat peraga tersebut apakah terdapat kekurangan atau komponen yang tidak berfungsi. Kelompok peserta didik yang selesai dapat melanjutkan kegiatan pembelajaran dengan menjawab pertanyaan pada LKPD. Peserta didik diminta menuliskan prinsip kerja alat, analisis konsep usaha dan energi pada alat, serta keefektifan alat yang telah dibuat. Peserta didik mempresentasikan dan memamerkan alat peraga yang mereka buat. Kegiatan presentasi penuh dengan kenenangan peserta didik yang melihat berbagai alat unik yang telah dibuat. Terakhir mereka membuat kesimpulan dari kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan.

Hasil keterlaksanaan kegiatan pembelajaran ketiga yang berfokus pada pembuatan alat peraga untuk materi usaha dan energi menunjukkan antusiasme yang tinggi dari peserta didik. Berdasarkan tabel keterlaksanaan, rata-rata penilaian keterlaksanaan pembelajaran mencapai 93% untuk guru dan 94% untuk peserta didik, dengan interpretasi sangat baik pada semua aspek. Peningkatan antusiasme terlihat jelas, terutama saat peserta didik diberi tantangan untuk membuat alat peraga, yang menandakan bahwa pembelajaran berbasis aplikasi Android STEM semakin diterima dan diminati. Penelitian yang dilakukan oleh Sulaiman dkk (2023) menunjukkan hal serupa bahwa kegiatan pembuatan proyek sains dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.

Tugas pembuatan alat peraga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan teori yang telah dipelajari dalam kegiatan sebelumnya (Ismail & Yusof, 2023). Pada tahap *stimulation*, keterlaksanaan mencapai 93% untuk guru dan 94% untuk peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa motivasi awal yang diberikan guru mampu membangkitkan semangat siswa dalam memahami konsep usaha dan energi secara praktis. Tantangan membuat alat peraga juga memicu

kreativitas siswa, karena mereka diminta untuk menggabungkan pemahaman teoretis dengan kemampuan aplikatif.

Tahapan *problem statement* dan *data collection* menunjukkan keterlaksanaan yang sangat baik, dengan penilaian 92% dan 93% pada guru, serta 94% pada peserta didik. Aktivitas mengumpulkan data melalui perancangan alat peraga membantu peserta didik memahami hubungan antara usaha dan energi secara lebih konkret (Bardoe et al., 2023). Keterampilan dalam mengolah data yang mereka peroleh melalui simulasi dan alat peraga juga semakin terasah. Peserta didik tidak hanya mampu memahami konsep energi melalui penjelasan verbal atau simulasi, tetapi juga dapat mengaplikasikan konsep tersebut melalui pembuatan alat sederhana yang menggambarkan prinsip-prinsip fisika (Finegan et al., 2021).

Tahap *data processing* dan *verification* juga mendapatkan hasil yang sangat baik, dengan skor keterlaksanaan masing-masing 94% dan 95% untuk guru dan peserta didik. Pada tahap ini, peserta didik dituntut untuk memverifikasi alat peraga yang mereka buat, memastikan bahwa alat tersebut dapat menunjukkan prinsip usaha dan energi secara akurat. Kesempatan ini memperkuat kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis serta analitis (Fayanto et al., 2023). Pada tahap akhir, yaitu *generalization*, penilaian keterlaksanaan mencapai 90% untuk guru dan 93% untuk peserta didik. Proses penyimpulan dari eksperimen dan alat peraga yang telah mereka buat menunjukkan bahwa peserta didik semakin mampu menarik generalisasi yang sesuai dengan teori fisika yang berlaku. Penggunaan alat peraga memberikan pengalaman belajar yang lebih kaya dan menyenangkan, sehingga peserta didik lebih mudah memahami materi secara menyeluruh.

Penggunaan aplikasi Android berbasis STEM dalam pembelajaran fisika menjadi semakin efektif, terutama dengan adanya tantangan-tantangan praktis seperti pembuatan alat peraga (Harun, Tuli, & Mantri, 2020). Proses ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan peserta didik, tetapi juga mendorong mereka untuk berpikir kreatif dan inovatif. Integrasi antara teknologi dan eksperimen langsung membantu peserta didik mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang

konsep-konsep fisika, sekaligus melatih mereka dalam hal kolaborasi dan keterampilan praktis.

Hasil pembuatan alat peraga usaha dan energi yang ditunjukkan pada tabel mencerminkan kreativitas dan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep dasar fisika. Setiap alat peraga yang dibuat menunjukkan pemanfaatan energi dari satu bentuk ke bentuk lain, yang merupakan inti dari konsep usaha dan energi. Melalui proyek ini, peserta didik tidak hanya memahami teori secara abstrak, tetapi juga dapat melihat penerapan praktis dari prinsip-prinsip fisika yang dipelajari.

- 1) Robot Sandwich bekerja dengan mengubah energi listrik dari baterai menjadi energi mekanik melalui dinamo. Saat dinamo diaktifkan, mekanisme robot menggerakkan tangan yang memegang stik es krim. Proses ini menunjukkan perubahan energi listrik menjadi energi gerak, yang memberikan pemahaman mendalam tentang transformasi energi pada peserta didik.
- 2) Robot Larva Berjalan memanfaatkan prinsip usaha dan perubahan energi kimia dari baterai menjadi energi gerak. Energi listrik yang dihasilkan oleh baterai memicu pergerakan dinamo yang menyebabkan larva robot bergerak. Alat ini memperjelas bagaimana energi listrik dapat digunakan untuk menciptakan gerakan mekanis.
- 3) Kincir Angin Tenaga Surya menggunakan energi matahari yang dikonversi menjadi energi listrik. Energi listrik ini kemudian memutar dinamo yang menghasilkan gerak. Alat peraga ini mengajarkan kepada peserta didik bahwa energi terbarukan seperti energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik yang bisa dimanfaatkan untuk berbagai tujuan.
- 4) Komedi Putar memanfaatkan energi kimia dari baterai untuk memutar dinamo, yang kemudian menggerakkan komedi putar. Proses ini menunjukkan bagaimana energi kimia diubah menjadi energi mekanik untuk menghasilkan gerakan berputar.
- 5) Walking Broom menggabungkan konsep usaha dalam membersihkan permukaan. Ketika dinamo diaktifkan, sapu otomatis ini menggerakkan sikat untuk membersihkan. Alat ini memperlihatkan bahwa energi listrik bisa digunakan untuk mengerjakan tugas fisik secara otomatis.

6) Blue Pyramid Berjalan bekerja serupa dengan Robot Sandwich, memanfaatkan energi listrik dari baterai untuk menghasilkan gerakan mekanis pada tangan yang memegang stik es krim. Alat ini menunjukkan bahwa konsep dasar perubahan energi dapat diadaptasi dalam berbagai bentuk aplikasi sederhana.

Setiap alat peraga yang dibuat oleh peserta didik menggambarkan usaha dan perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk lain. Proses pembuatan alat peraga ini tidak hanya menumbuhkan minat peserta didik terhadap fisika, tetapi juga meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar mereka (Hillmayr et al., 2020). Peserta didik merasa tertantang dan termotivasi untuk memahami lebih dalam bagaimana energi bekerja dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan melibatkan diri secara aktif dalam pembuatan alat peraga, siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan mencipta. Mereka dituntut untuk berpikir kreatif dan kritis dalam merancang serta menyempurnakan alat-alat yang mereka buat agar berfungsi sesuai dengan prinsip fisika yang telah dipelajari.

Pengalaman ini juga meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menerapkan konsep teoretis ke dalam proyek nyata, menghubungkan ilmu pengetahuan dengan praktik langsung. Selain itu, kegiatan ini memperkuat pemahaman mereka tentang konsep usaha dan energi, memberikan pengertian yang lebih mendalam dan menyeluruh tentang bagaimana energi diubah dan digunakan dalam berbagai konteks. Secara keseluruhan, pembelajaran berbasis proyek ini mampu memfasilitasi peningkatan motivasi belajar dan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada peserta didik.

Grafik menunjukkan bahwa semua kelompok mengalami peningkatan nilai, kecuali kelompok 6 yang nilainya tidak mengalami peningkatan signifikan. Penyebab rendahnya peningkatan nilai kelompok 6 salah satunya adalah hasil pembuatan alat peraga mereka yang kurang menarik dibandingkan dengan kelompok lain. Alat peraga yang kurang inovatif dalam menyampaikan konsep pembelajaran dapat membuat kelompok ini gagal menarik perhatian dan memanfaatkan pembelajaran secara maksimal. Kurangnya kolaborasi yang efektif atau minimnya kreativitas dalam penyajian materi juga dapat menjadi penyebab

stagnasi nilai kelompok 6. Kelompok enam membuat kincir angin menggunakan panels surya, dinamo, dan stik eskrim tetapi dari tampilan desainnya kurang estetik jika dibandingkan dengan alat peraga milik kelompok lain. Penyebabnya Kerjasama kelompok enam pada pertemuan ketiga kurang baik (Harun, Tuli, & Mantri, 2020).

Sebaliknya, kelompok dengan nilai tertinggi, seperti kelompok 1 dan 5, menunjukkan hasil yang sangat baik. Hal ini disebabkan oleh alat peraga mereka yang lebih menarik, inovatif, dan relevan dengan konsep yang dipelajari. Alat peraga yang baik dapat membantu siswa memahami materi lebih mudah dan mendukung mereka dalam menjelaskan ide secara efektif (Harun, Tuli, & Mantri, 2020). Selain itu, kerja sama tim yang solid dan pemahaman materi yang mendalam juga menjadi faktor yang mendorong keberhasilan kelompok ini. Grafik ini mencerminkan bahwa kualitas alat peraga, kreativitas, dan kerja sama tim berkontribusi besar terhadap peningkatan nilai kelompok dalam pembelajaran

e. *Posttest*

Berdasarkan hasil *posttest* yang ditampilkan pada tabel, pembelajaran menggunakan aplikasi Android berbasis STEM pada materi usaha dan energi menghasilkan rata-rata nilai 73 dengan kategori "baik". Nilai ini menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik berhasil memahami konsep yang diajarkan, meskipun terdapat beberapa variasi dalam pencapaian individu.

Sebanyak 30,6% peserta didik memperoleh interpretasi "baik," yang menandakan bahwa sebagian besar peserta didik telah mampu menguasai materi dengan cukup baik. Selain itu, 11,1% peserta didik masuk kategori "sangat baik," mencerminkan keberhasilan pembelajaran dalam membantu mereka memahami konsep usaha dan energi secara mendalam. Namun, ada juga 47,2% peserta didik yang mendapatkan interpretasi "cukup," yang menunjukkan bahwa meskipun mereka telah memahami materi, masih terdapat beberapa kendala atau kesulitan dalam menerapkan konsep secara penuh. Sebagian kecil peserta didik, sekitar 11,1%, memperoleh nilai "rendah," menunjukkan bahwa mereka membutuhkan bantuan tambahan atau revisi materi untuk lebih memahami konsep yang diajarkan.

Pembelajaran berbasis aplikasi Android berbasis STEM memberikan dampak positif terhadap pemahaman peserta didik, terutama dalam meningkatkan kemampuan mereka untuk berpikir tingkat tinggi (Yennita, Zulirfan, & Hermita, 2022). Penggunaan teknologi ini memfasilitasi proses belajar yang lebih interaktif dan kontekstual, sehingga peserta didik lebih mudah untuk memahami materi abstrak seperti usaha dan energi. Simulasi interaktif dan alat peraga virtual yang disediakan oleh aplikasi ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk langsung memvisualisasikan perubahan energi dan usaha dalam kehidupan nyata, yang secara signifikan meningkatkan kualitas pembelajaran.

Perbedaan dalam pencapaian peserta didik dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kemampuan awal, tingkat keterlibatan dalam pembelajaran, atau pemahaman terhadap teknologi yang digunakan (Jiang, 2022; Park, Li, & Niu, 2023). Peserta didik yang lebih terbiasa menggunakan aplikasi dan simulasi STEM tampaknya mendapatkan keuntungan lebih besar dalam memahami konsep. Pendampingan yang lebih intensif bagi peserta didik yang memiliki kesulitan dalam penggunaan aplikasi dan pembelajaran berbasis teknologi perlu diperhatikan untuk meningkatkan pemahaman mereka.

Secara keseluruhan, hasil *posttest* ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis aplikasi Android berbasis STEM memiliki dampak positif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam materi usaha dan energi, dengan sebagian besar peserta didik berada dalam kategori cukup hingga baik. Pengembangan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta serta kemampuan untuk menerapkan konsep-konsep fisika secara praktis juga semakin terbentuk melalui pembelajaran ini. Pendampingan tambahan bagi peserta didik yang membutuhkan dapat diintegrasikan dalam proses pembelajaran ke depannya.

f. Peningkatan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

1) *N-gain* Keseluruhan

Berdasarkan tabel hasil perhitungan *N-gain* keseluruhan, terlihat bahwa rata-rata nilai pretest peserta didik sebelum pembelajaran berbasis aplikasi Android STEM pada materi usaha dan energi adalah 10. Setelah pembelajaran, nilai *posttest* meningkat secara signifikan menjadi 73. Peningkatan ini dihitung menggunakan

nilai *N-gain* yang diperoleh sebesar 0,70 dengan interpretasi berada pada kategori tinggi. Peningkatan yang signifikan dari *pretest* ke *posttest* ini menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan aplikasi Android berbasis STEM berhasil memberikan dampak positif yang besar terhadap pemahaman peserta didik. Awalnya peserta didik mungkin memiliki pemahaman dasar yang rendah terhadap konsep-konsep fisika terkait usaha dan energi sebagaimana ditunjukkan oleh rata-rata *pretest* yang rendah. Faktanya setelah mengikuti rangkaian pembelajaran interaktif dan praktis yang memanfaatkan teknologi, mereka mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka secara signifikan. Kondisi ini sesuai dengan kondisi awal dimana tingkat kelayakan media masuk para kategori sangat layak sehingga berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik (Wang, 2022).

Nilai *N-gain* sebesar 0,70 menunjukkan bahwa ada peningkatan sebesar 70% dalam pemahaman peserta didik setelah pembelajaran dibandingkan dengan kondisi awal. Kondisi ini menandakan bahwa pembelajaran fisika menggunakan aplikasi Android berbasis STEM tidak hanya efektif dalam memberikan materi, tetapi juga dalam mendorong peserta didik untuk aktif belajar dan memahami konsep secara mendalam (Farooq & Wu, 2022). Pendekatan ini memberikan siswa kesempatan untuk terlibat secara langsung dengan simulasi, eksperimen virtual, dan aplikasi praktis dari teori fisika, yang meningkatkan minat mereka sekaligus memperdalam pemahaman (Sezaki et al., 2023).

Peningkatan yang berada pada kategori tinggi menggambarkan bahwa penggunaan aplikasi Android berbasis STEM dalam pembelajaran usaha dan energi mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efisien dibandingkan dengan metode konvensional (Byusa et al., 2022). Peserta didik tidak hanya diajak memahami konsep, tetapi juga menerapkan dan mengeksplorasi penerapan konsep-konsep tersebut dalam kehidupan nyata melalui pendekatan teknologi. Hal ini sangat berkontribusi pada peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang diperlukan dalam pembelajaran fisika.

Secara keseluruhan, hasil perhitungan *N-gain* ini memperkuat argumen bahwa integrasi teknologi berupa aplikasi Android berbasis STEM pada materi

usaha dan energi dalam pembelajaran fisika, memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.

2) *N-gain* Berdasarkan Sub Materi

Pembahasan *N-gain* juga bisa dilihat dari setiap sub materi. Berdasarkan tabel perhitungan *N-gain*, sub materi konversi energi memiliki nilai *N-gain* tertinggi, yaitu 0,75, yang diinterpretasikan sebagai kategori tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa peserta didik paling berhasil memahami konsep konversi energi setelah pembelajaran berbasis aplikasi Android berbasis STEM. Konsep ini lebih mudah dipahami karena bersifat konkret dan didukung oleh alat peraga serta simulasi yang membantu visualisasi perubahan bentuk energi (Abdulrahman et al., 2020).

Sub materi usaha juga menunjukkan peningkatan signifikan dengan *N-gain* sebesar 0,74, sedangkan hubungan usaha dan energi serta energi memiliki *N-gain* sedikit lebih rendah, masing-masing 0,68 dan 0,64, yang termasuk kategori sedang. Meski masih terdapat peningkatan pemahaman, nilai yang lebih rendah pada sub materi ini mungkin disebabkan oleh sifat konsep yang lebih abstrak, sehingga peserta didik membutuhkan waktu lebih lama untuk memahaminya (Huq Shamim, Jeng, & Raihan, 2024)..

Secara keseluruhan, rata-rata *N-gain* sebesar 0,70 berada dalam kategori tinggi, menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis aplikasi Android berbasis STEM sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik tentang usaha dan energi. Simulasi dan alat interaktif membantu memperjelas konsep-konsep fisika, terutama dalam materi yang lebih konkret seperti konversi energi, yang berperan besar dalam memotivasi peserta didik dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis mereka.

3) *N-gain* Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Berdasarkan tabel perhitungan *N-gain* untuk setiap indikator keterampilan berpikir tingkat tinggi, indikator menganalisis memiliki nilai *N-gain* tertinggi yaitu 0,87, yang masuk dalam kategori tinggi. Keterampilan menganalisis, seperti membagi informasi dan mengidentifikasi pola serta hubungan antar bagian, tampaknya mengalami peningkatan yang signifikan setelah pembelajaran. Kondisi

ini disebabkan oleh metode pembelajaran berbasis aplikasi Android berbasis STEM yang memfasilitasi peserta didik untuk terlibat aktif dalam mengeksplorasi, mengevaluasi, dan menciptakan daya nalar yang lebih tinggi sehingga keterampilan berpikir tingkat tinggi mereka terasah dengan baik.

Indikator mengevaluasi berada pada *N-gain* rata-rata sebesar 0,67, yang termasuk kategori sedang. Meskipun ada peningkatan, kemampuan evaluasi, seperti memberikan penilaian terhadap solusi dan merancang hipotesis, memerlukan proses berpikir yang lebih kritis dan komprehensif (Anderson & Krathwohl, 2015). Kesulitan dalam menentukan kriteria evaluasi yang tepat atau membuat penilaian berdasarkan standar yang jelas bisa menjadi faktor yang membuat peningkatan pada indikator ini lebih rendah dibandingkan analisis (Anderson & Krathwohl, 2015).

Indikator mencipta menunjukkan *N-gain* yang paling rendah, yaitu 0,63, dengan interpretasi juga dalam kategori sedang. Penciptaan, yang mencakup kemampuan membuat generalisasi, merancang solusi, dan mengorganisasi struktur baru, mungkin menjadi tantangan yang lebih besar bagi peserta didik. Proses mencipta membutuhkan keterampilan integrasi ide-ide baru dan inovatif yang lebih kompleks, serta membutuhkan waktu dan latihan yang lebih intensif dibandingkan kemampuan analisis atau evaluasi (Anderson & Krathwohl, 2015). Secara keseluruhan, pembelajaran berbasis STEM tetap efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, namun tantangan terbesar tampaknya ada pada tahap penciptaan (C6). Kegiatan pembuatan proyek yang memicu timbulnya kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik harus terus ditingkatkan sehingga peserta didik terbiasa dalam memecahkan permasalahan yang kompleks.

g. Motivasi Belajar Peserta Didik

Hasil pengisian angket motivasi belajar peserta didik setelah menggunakan aplikasi Android berbasis STEM pada materi usaha dan energi menunjukkan rata-rata motivasi belajar berada pada kategori tinggi, dengan persentase rata-rata sebesar 84%. Sebanyak 33,3% peserta didik memiliki motivasi belajar pada kategori sangat tinggi, 44,5% pada kategori tinggi, 16,7% pada kategori sedang, dan hanya 5,5% pada kategori sangat rendah. Tingginya motivasi belajar ini tidak

terlepas dari peran aplikasi berbasis STEM yang dirancang untuk memfasilitasi pemahaman konsep melalui simulasi interaktif dan pembelajaran kontekstual. Aplikasi ini menghadirkan visualisasi menarik, animasi proses mekanis, dan contoh aplikasi nyata yang membantu siswa menghubungkan teori dengan situasi kehidupan sehari-hari, sehingga mendorong keterlibatan aktif dan rasa ingin tahu.

Selain itu, alat peraga yang dikembangkan dengan pendekatan STEM juga berkontribusi signifikan dalam menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan. Fitur-fitur interaktif yang memungkinkan siswa belajar secara mandiri sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing, serta umpan balik instan pada evaluasi, mendorong keinginan untuk berhasil dan kebutuhan akan pembelajaran yang relevan. Hal ini mencerminkan pemenuhan indikator motivasi belajar menurut Uno, seperti keinginan untuk sukses, dorongan belajar, harapan masa depan, penghargaan dalam belajar, kegiatan yang menarik, dan lingkungan belajar yang kondusif. Oleh karena itu, integrasi teknologi melalui aplikasi berbasis STEM ini tidak hanya meningkatkan motivasi belajar tetapi juga menciptakan pengalaman pembelajaran yang bermakna. Strategi ini dapat terus dioptimalkan untuk materi lainnya dalam fisika maupun bidang studi lain guna menghasilkan pembelajaran yang lebih efektif dan menarik.

Pembuatan berbagai alat peraga berbasis STEM seperti Robot Sandwich, Robot Larva Berjalan, Kincir Angin Tenaga Surya, Komedi Putar, Walking Broom, dan Blue Piramid Berjalan berperan penting dalam meningkatkan motivasi belajar siswa pada materi usaha dan energi. Alat-alat ini dirancang untuk mengilustrasikan prinsip-prinsip konversi energi, seperti perubahan energi listrik menjadi energi mekanik, energi kimia menjadi energi gerak, dan energi surya menjadi energi listrik dan gerak. Keberadaan alat peraga ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep abstrak melalui pengalaman konkret, tetapi juga menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan inovatif.

Misalnya, Robot Sandwich dan Blue Piramid Berjalan memanfaatkan dinamo untuk mengubah energi listrik dari baterai menjadi energi mekanik yang dapat menggerakkan komponen tertentu, seperti lengan atau badan robot. Hal ini memberikan visualisasi nyata kepada siswa tentang bagaimana energi dapat

dikonversi dan dimanfaatkan. Kincir Angin Tenaga Surya memberikan pemahaman tentang pemanfaatan energi terbarukan, yang relevan dengan tantangan energi masa kini. Sementara itu, alat seperti Komedi Putar menunjukkan aplikasi energi dalam bentuk rotasi yang menghibur, sehingga memadukan pembelajaran dengan aspek hiburan.

Hasil pengisian angket motivasi belajar menunjukkan bahwa penggunaan alat peraga ini berdampak positif pada antusiasme siswa dalam mempelajari materi usaha dan energi. Sebagian besar siswa mengungkapkan bahwa pembelajaran menggunakan alat peraga membuat materi lebih mudah dipahami dan meningkatkan minat mereka untuk belajar lebih lanjut. Dengan alat peraga tersebut, siswa dapat secara langsung mengamati proses transformasi energi, memperkuat konsep yang telah dipelajari dalam teori, dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi mereka.

Pembuatan alat peraga yang menarik dan fungsional juga mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran, baik melalui pengamatan, eksplorasi, maupun diskusi kelompok (Sulaiman, Rosales, & Kyung, 2023). Kondisi ini mendukung hasil analisis angket yang menunjukkan motivasi belajar siswa berada pada kategori tinggi hingga sangat tinggi. Secara keseluruhan aplikasi Android berbasis STEM ini menjadi media pembelajaran yang efektif dalam memfasilitasi pemahaman materi sekaligus menciptakan pengalaman belajar yang bermakna (Damayanti & Kuswanto, 2021).

h. Pengujian Hipotesis

Hasil pengujian hipotesis pertama yang disajikan pada tabel 4.26 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan aplikasi Android berbasis STEM. Nilai Sig.(2-tailed) sebesar 0.000, yang lebih kecil dari 0.05, menunjukkan bahwa hipotesis nol (H_{01}) ditolak, sehingga hipotesis alternatif (H_{11}) diterima (Malik & Chusni, 2018). Artinya penggunaan aplikasi Android berbasis STEM berhasil meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi usaha dan energi.

Perbedaan ini juga tercermin pada nilai rata-rata (mean) yang meningkat secara signifikan antara *pretest* dan *posttest*. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM melalui aplikasi Android memberikan dampak positif dalam mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada peserta didik. Aplikasi ini memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep-konsep energi dan usaha melalui simulasi interaktif, eksperimen virtual, dan alat evaluasi yang menantang mereka untuk menghubungkan teori dengan situasi nyata. Kegiatan pembelajaran ini juga mendukung peningkatan motivasi belajar, sebagaimana tercermin dari hasil angket yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa merasa termotivasi belajar pada kategori tinggi hingga sangat tinggi. Integrasi elemen STEM yang memadukan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika memberikan pengalaman belajar yang menarik dan relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa. Misalnya, simulasi proses transformasi energi, penggunaan alat peraga berbasis STEM, dan pengenalan aplikasi nyata energi dalam kehidupan membuat siswa lebih tertarik dan terlibat aktif dalam pembelajaran.

Hubungan antara kedua variabel *pretest* (sebelum belajar dengan menggunakan aplikasi Android berbasis STEM) dan *posttest* (setelah belajar dengan menggunakan aplikasi Android berbasis STEM) dapat dilihat pada Tabel 4.27. Berdasarkan hasil analisis, rata-rata nilai *pretest* adalah 10, sedangkan rata-rata nilai *posttest* meningkat menjadi 73. Jumlah responden dalam penelitian ini adalah 36. Hasil korelasi antara kedua variabel menunjukkan angka sebesar 0.855, yang mengindikasikan adanya hubungan yang sangat kuat antara nilai *pretest* dan *posttest*. Selain itu, nilai signifikansi sebesar 0.000 menunjukkan bahwa hubungan ini signifikan secara statistik (Sig. < 0.05). Dapat disimpulkan bahwa penggunaan aplikasi Android berbasis STEM memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

Secara keseluruhan, hasil ini membuktikan bahwa aplikasi Android berbasis STEM tidak hanya efektif dalam meningkatkan motivasi belajar, tetapi juga dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi usaha dan energi. Pendekatan ini dapat dijadikan model pembelajaran untuk materi lain guna

mendorong pembelajaran yang lebih interaktif, bermakna, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21.

Hasil pengujian hipotesis kedua menggunakan uji korelasi *Spearman's rho* menunjukkan adanya hubungan positif antara keterampilan berpikir tingkat tinggi, yang diukur melalui nilai posttest, dan motivasi belajar peserta didik. Nilai koefisien korelasi sebesar 0,420 termasuk dalam kategori hubungan sedang, dengan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,011 yang lebih kecil dari tingkat signifikansi standar ($\alpha = 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis nol kedua (H_{02}) ditolak dan hipotesis alternatif kedua (H_{12}) diterima, sehingga hubungan antara kedua variabel dinyatakan signifikan secara statistik dan tidak terjadi secara kebetulan.

Hubungan positif ini menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi beriringan dengan meningkatnya motivasi belajar peserta didik. Dalam penelitian ini, media pembelajaran yang dirancang menggunakan kombinasi model *discovery learning* dan pendekatan STEM memainkan peran penting dalam mendukung hasil tersebut. Model *discovery learning* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk aktif mengeksplorasi konsep-konsep pembelajaran secara mandiri dengan bimbingan minimal dari guru. Pendekatan STEM, yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika, menambah nilai pada proses pembelajaran dengan menciptakan konteks yang relevan dan praktis. Kombinasi kedua metode ini tidak hanya mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan analitis, tetapi juga meningkatkan keterlibatan mereka dalam pembelajaran, yang pada akhirnya berdampak pada motivasi intrinsik.

Media pembelajaran yang dirancang dengan integrasi kedua pendekatan ini tidak hanya berfokus pada hasil akademik, tetapi juga membangun pengalaman belajar yang bermakna. Aktivitas berbasis *discovery learning*, seperti pemecahan masalah, eksperimen, atau investigasi, memberikan tantangan yang memotivasi peserta didik untuk mencapai pemahaman yang lebih mendalam. Sementara itu, elemen STEM menghadirkan aplikasi dunia nyata yang relevan, sehingga peserta didik merasa pembelajaran memiliki dampak nyata terhadap kehidupan mereka.

Hubungan korelasional yang ditemukan dalam penelitian ini, meskipun signifikan, tidak secara langsung menunjukkan hubungan sebab-akibat. Penelitian lebih lanjut dengan desain eksperimental diperlukan untuk mengidentifikasi secara mendalam sejauh mana media pembelajaran berbasis *discovery learning* dan pendekatan STEM memengaruhi motivasi belajar. Namun, temuan ini tetap relevan dalam konteks pendidikan abad ke-21, di mana peserta didik yang mampu berpikir tingkat tinggi memiliki kesiapan lebih baik dalam menghadapi tantangan global. Dengan peningkatan motivasi belajar, kebiasaan belajar yang berkelanjutan juga terbentuk, baik di dalam maupun di luar lingkungan sekolah. Media pembelajaran berbasis model *discovery learning* dan pendekatan STEM ini menjadi langkah strategis dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi sekaligus motivasi belajar peserta didik secara signifikan.

D. Temuan Kebaruan dan Orisinalitas Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa kebaruan yang sebelumnya belum pernah ada peneliti yang melakukannya. Pertama belum ada aplikasi Android berbasis STEM yang dibuat untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar peserta didik pada materi usaha dan energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Android berbasis STEM yang telah dikembangkan mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar peserta didik. Penelitian ini membuka wawasan baru terkait dengan pengembangan aplikasi Android berbasis STEM pada materi fisika yang lain. Aplikasi Android berbasis STEM mampu membimbing peserta didik dalam membuat karya berupa alat peraga yang menggambarkan konsep usaha dan energi seperti Robot Sandwich, Robot Larva Berjalan, Kincir Angin Tenaga Surya, Komedi Putar, Walking Broom, dan Blue Pyramid Berjalan yang sebelumnya belum pernah dibuat di sekolah.

Penelitian ini juga menawarkan kebaruan dari sisi pendekatan pedagogis dengan menggunakan model *discovery learning*, meskipun berbasis proyek. Aplikasi Android berbasis STEM ini dirancang untuk mendorong peserta didik menemukan sendiri konsep-konsep penting melalui eksplorasi dan penyelidikan, bukan hanya mengikuti instruksi atau petunjuk. Model *discovery learning* yang

diterapkan memungkinkan siswa untuk aktif dalam proses belajar, menggali informasi, dan menyusun pemahaman mereka sendiri mengenai konsep usaha dan energi. Ini adalah pendekatan yang belum banyak diterapkan dalam pembelajaran fisika yang umumnya bersifat instruktif.

Kebaruan lainnya terletak pada bagaimana aplikasi ini tidak hanya menawarkan pembelajaran berbasis proyek, tetapi juga memberikan tantangan yang dirancang untuk menstimulasi rasa ingin tahu dan investigasi ilmiah. Misalnya, aplikasi ini memungkinkan siswa untuk bereksperimen dalam menciptakan alat peraga yang menggambarkan konsep usaha dan energi seperti Robot Sandwich atau Kincir Angin Tenaga Surya, tetapi dalam konteks *discovery learning*, mereka harus menemukan sendiri prinsip fisika di balik setiap proyek. Hal ini mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi secara mandiri.

Aplikasi android berbasis STEM juga memberikan kebebasan bagi peserta didik untuk mengeksplorasi konsep dengan cara yang lebih interaktif dan fleksibel, sesuai dengan prinsip *discovery learning*. Hal ini menghadirkan pengalaman belajar yang lebih dalam dan bermakna, karena siswa dapat belajar dengan cara mengeksplorasi dan menemukan solusi sendiri, bukan hanya mengikuti langkah-langkah instruksional yang ditentukan sebelumnya. Pendekatan ini menambah orisinalitas penelitian, menggabungkan pembelajaran aktif berbasis teknologi dengan eksplorasi mandiri yang jarang diterapkan pada materi fisika di sekolah.

Penelitian ini juga membuka potensi penerapan yang lebih luas dari model *discovery learning* berbasis aplikasi Android dalam pengajaran fisika pada topik-topik lain. Orisinalitas ini terletak pada integrasi teknologi mobile dengan pendekatan *discovery learning* yang memungkinkan siswa untuk terlibat secara mendalam dalam proses belajar dan memberikan kesempatan bagi mereka untuk menciptakan solusi yang kreatif dan inovatif, memperluas wawasan tentang penggunaan teknologi dalam pendidikan.