

Tahap Desain (Design) Sangat Spesifik: Media Pembelajaran Interaktif PhET Simulation pada Materi Gerak Parabola

Berikut adalah tahap desain lengkap dan sangat spesifik berdasarkan kerangka penelitian pada jurnal *Development Of Learning Media Interactive PhET Simulation On Parabola Motion Materials*. Semua keputusan desain di bawah ini diturunkan langsung dari temuan analisis kurikulum, analisis masalah, serta karakteristik siswa di SMA Sw. Markus Medan.

Prinsip: Setiap keputusan desain harus bisa dilacak kembali ke temuan analisis. Tidak ada keputusan "asal bagus".

A. Posisi Tahap Desain

ANALISIS → [DESAIN] → Pengembangan → Implementasi → Evaluasi

- |
- |---1. Desain Pembelajaran (Instructional Design & Model PBL)
- |---2. Desain Informasi & Pesan (Prinsip Mayer & Fitur PhET)
- |---3. Desain Antarmuka (UI) & LKPD Interaktif
- |---4. Desain Interaksi (UX & Simulasi PhET)
- |---5. Desain Navigasi (Flowchart)
- |---6. Desain Storyboard Detail
- |---7. Desain Instrumen Validasi (Ahli Materi & Ahli Media)
- |---8. Desain Uji Coba & Instrumen Evaluasi (Kepraktisan &

Kreativitas)

Output akhir tahap desain:

- Dokumen Desain Pembelajaran & RPP Berbasis *Problem-Based Learning* (PBL)
- Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang terintegrasi dengan tautan (*link*) PhET Simulation
- Flowchart navigasi & alur akses media
- Storyboard detail penggunaan media PhET & LKPD
- Instrumen validasi (ahli materi & ahli media)

- Instrumen penilaian kepraktisan (guru & siswa) serta rubrik kreativitas siswa
- Rencana uji coba

B. Turunan Analisis → Keputusan Desain

Sebelum masuk ke detail, ini adalah tabel pelacakan agar setiap keputusan desain dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah berdasarkan temuan di sekolah.

Temuan Analisis di Sekolah	Keputusan Desain
Sekolah menerapkan Kurikulum Merdeka, namun pembelajaran fisika belum mengintegrasikan media digital interaktif	Pengintegrasian media PhET Simulation berbasis web ke dalam RPP dengan model <i>Problem-Based Learning</i> (PBL)
Bahan ajar terbatas pada buku paket dan LKPD cetak konvensional tanpa praktikum virtual	Pengembangan LKPD Interaktif yang memuat tautan/link akses langsung (<i>direct access</i>) ke laboratorium simulasi PhET
Siswa menganggap Fisika (Gerak Parabola) abstrak, rumit, dan membosankan	Visualisasi dinamis variabel sudut elevasi (θ), kecepatan awal (v_0), lintasan parabola, ketinggian maksimum (y_{max}), dan jarak terjauh (x_{max})
Keterbatasan gawai/HP pada sebagian siswa di kelas	Platform berbasis HTML5 via browser (Google Chrome), mendukung penggunaan mandiri maupun kelompok (berpasangan)
Pembelajaran berpusat pada guru (<i>teacher-centered</i>) sehingga kreativitas siswa rendah	Perancangan praktikum simulasi mandiri untuk mengukur 5 indikator kreativitas (<i>Fluency, Flexibility, Originality, Elaboration, Sensitivity</i>)

Kebutuhan pengukur kepraktisan dan kevalidan media yang obyektif	Penyusunan angket kepraktisan guru & siswa serta lembar validasi ahli media & materi dengan kriteria persentase
--	---

C. LANGKAH 1: Desain Pembelajaran (*Instructional Design*)

1.1 Model Desain Instruksional & Sintaks Problem-Based Learning (PBL)

Model yang dipilih: Sintaks *Problem-Based Learning* (PBL) yang diintegrasikan dengan *Gagne's Nine Events of Instruction*.

Alasan: PBL sangat efektif untuk melatih berpikir kreatif dan pemecahan masalah fisis, sementara integrasi Gagne memberikan struktur urutan multimedia yang sistematis dan terukur.

1.2 Pemetaan Sintaks PBL & Events Gagne ke Dalam Pembelajaran Media

No	Sintaks PBL / Event Gagne	Implementasi di Media & LKPD	Modul / Halaman LKPD
1.	Gain Attention / Orientasi Masalah	Gambar/Animasi fenomena tembakan meriam & lemparan bola basket	Halaman 1 LKPD
2.	Inform Objectives	Menampilkan Capaian Pembelajaran & Tujuan Praktikum	Halaman 1 LKPD
3.	Recall Prior Knowledge	Apersepsi: " <i>Mengapa benda yang dilempar miring membentuk lintasan melengkung?</i> "	Halaman 2 LKPD
4.	Present Content	Pengenalan konsep komponen Vektor Kecepatan (v_x, v_y) & percepatan gravitasi	Halaman 2 LKPD

5.	Provide Guidance	Petunjuk eksperimen simulasi PhET bertahap di LKPD	Halaman 3 LKPD
6.	Elicit Performance / Penyelidikan	Eksperimen interaktif PhET (mengubah v_0 , θ , mengukur y_{max} & x_{max})	Halaman 4 LKPD & Web PhET
7.	Provide Feedback	Diskusi hasil eksperimen & konfirmasi grafik lintasan secara <i>real-time</i>	Halaman 4–5 LKPD
8.	Assess Performance / Mengembangkan Karya	Pengerjaan soal evaluasi kreativitas berbasis data simulasi	Halaman 5–6 LKPD
9.	Enhance Retention / Evaluasi	Menyimpulkan hubungan fisis matematis gerak parabola & refleksi	Halaman 6 LKPD

1.3 Strategi Penyajian per Sub-Materi

Sub-Materi	Strategi	Alasan
Komponen Kecepatan (v_x & v_y)	Deduktif: Penjelasan fungsi trigonometri → simulasi vektor v_x & v_y di PhET	Memahami bahwa v_x konstan (GLB) dan v_y berubah (GLBB)
Ketinggian Maksimum (y_{max})	Induktif: Eksperimen variasi sudut (θ) pada PhET → temukan pola y_{max}	Siswa menemukan sendiri pengaruh sudut terhadap tinggi maksimum

Jarak Terjauh (x_{max})	Eksperimen & Analisis: Variasi θ ($0^\circ - 90^\circ$) → tentukan sudut optimum (45°)	Mendorong indikator kreativitas (<i>Flexibility & Sensitivity</i>)
Waktu Tempuh Total (t_{tot})	Problem-based: Menghitung waktu jatuh peluru berdasarkan data simulasi PhET	Transfer pengetahuan dari simulasi ke konsep matematis

D. LANGKAH 2: Desain Informasi & Pesan (Prinsip Mayer)

2.1 Penerapan 12 Prinsip Mayer dalam Media & LKPD

Prinsip Mayer	Implementasi Spesifik
Multimedia	Setiap konsep gerak parabola disertai grafik lintasan PhET + teks penjelas, bukan teks saja.
Spatial Contiguity	Label variabel ($v_0, \theta, y_{max}, x_{max}$) diletakkan tepat di dekat elemen visual PhET.
Temporal Contiguity	Tampilan perubahan sudut di PhET berbarengan dengan perubahan bentuk lintasan secara <i>real-time</i> .
Coherence	Menghilangkan elemen dekoratif berlebihan; fokus pada meriam, lintasan, dan instrumen ukur.
Modality	Instruksi eksperimen disajikan dengan kombinasi teks LKPD ringkas dan demonstrasi visual PhET.
Redundancy	Tidak menumpuk teks panjang berulang di layar simulasi PhET.
Signaling	Menggunakan warna kontras/highlight pada tombol penembak meriam dan pengukur lintasan.
Segmenting	Praktikum dibagi menjadi 3 tahap eksperimen independen (Variasi v_0 , Variasi θ , Variasi Massa).
Pre-training	Glosarium istilah (kecepatan awal, sudut elevasi, vektor, parabola) diberikan di awal LKPD.

Personalization	Bahasa instruksi di LKPD menggunakan kalimat ajakan yang ramah (" <i>Mari kita amati...</i> ", " <i>Coba kamu ubah...</i> ").
Voice	Petunjuk pembelajaran disampaikan dengan bahasa Indonesia yang jelas dan komunikatif.
Image	Visualisasi berupa representasi ilmiah PhET Simulation yang bersih dan akurat.

2.2 Panduan Visual & Tata Letak LKPD

Aspek	Spesifikasi
Palet Warna	Utama: Biru Tua (#1E3A8A), Aksen: Oranye Meriam (#F59E0B), Netral: Putih (FFFFFF) & Abu-abu (#F3F4F6)
Font	Judul: Arial / Poppins Bold 14–16pt; Isi Teks: Times New Roman / Open Sans 12pt (spasi 1.15)
Kontras	Rasio minimal 4.5:1 untuk keterbacaan tinggi di layar HP maupun hasil cetak
Tabel Data	Garis tepi tegas (Hitam 1pt) dengan warna header abu-abu terang (#E5E7EB)

E. LANGKAH 3: Desain Antarmuka (UI)

3.1 Layout Standar E-LKPD Terintegrasi PhET

[📄 HEADER] LKPD INTERAKTIF: GERAK PARABOLA BERBASIS PhET

[📄 Halaman 1/6]

 AREA PEMBELAJARAN / INFORMASI

- 🎯 Tujuan Pembelajaran
- 🔗 Tautan Direct PhET Simulation

 AREA SIMULASI PhET
(Meriam, Sudut θ , Kecepatan v_0 , Pita Ukur, Tombol Fire)

AREA TABEL OBSERVASI

No	v_0	Sudut	$y_{\max}$
----	-------	-------	------------

[Petunjuk Eksperimen] [Glosarium] [Soal Kreativitas]

[FOOTER] Kelompok: ____ | Kelas: XI IPA 1 | SMA Sw. Markus Medan

3.2 Spesifikasi Komponen Media & Fitur PhET Simulation

Elemen UI / Fitur	Ukuran / Bentuk	Warna	Fungsi
Tombol Fire	Diameter 50px	Merah (#EF4444)	Menembakkan peluru/proyektil
Slider Sudut (θ)	Rentang $0^\circ - 90^\circ$	Biru (#3B82F6)	Mengatur sudut elevasi penembakan
Slider Kecepatan (v_0)	Rentang 0 – 30 m/s	Abu-abu / Biru	Mengatur besarnya kecepatan awal
Alat Ukur (<i>Tape Tool</i>)	<i>Draggable Icon</i>	Kuning / Hitam	Mengukur koordinat (x, y) dan waktu (t)
Tombol Reset	40×40px	Oranye (#F59E0B)	Menghapus jejak lintasan sebelumnya

F. LANGKAH 4: Desain Interaksi (UX)

4.1 Jenis Interaksi per Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas	Jenis Interaksi	Trigger	Feedback
Inisiasi	Klik link URL PhET	Klik tautan di E-LKPD	Browser Google Chrome membuka PhET
Atur Sudut	<i>Drag & Drop</i> Meriam	Geser meriam naik/turun	Angka derajat sudut (θ) berubah <i>real-time</i>
Atur v_0	<i>Slide Bar</i> Kecepatan	Geser pegangan slider	Angka v_0 m/s terupdate di layar
Tembak Peluru	Klik Tombol Merah	Klik tombol "Fire"	Animasi peluru meluncur membentuk parabola
Ukur Titik Puncak	<i>Drag & Drop</i> Alat Ukur	Seret kotak ukur ke puncak	Tampil nilai y_{max} dan t_{puncak}
Catat Data	<i>Typing / Input</i> Manual	Ketik angka di LKPD	Data tersimpan di tabel pengamatan

4.2 Desain Eksperimen Simulasi PhET Gerak Parabola (Paling Kompleks)

Tujuan: Siswa menemukan hubungan v_0 , θ , y_{max} , dan x_{max} serta mengasah kreativitas.

SIMULASI: HUBUNGAN KECEPATAN AWAL, SUDUT ELEVASI, DAN LINTASAN PARABOLA

[Meriam]

$\theta = 45^\circ$

y_{max}

x_{max}

[Fire] [Erase]

Kecepatan awal (v_0) : 15 m/s

Sudut elevasi (θ) : 45°

Tabel Data Praktikum LKPD:

No	v_0 (m/s)	Sudut(θ)	y_{max} (m)	x_{max} (m)
1	15	30°	... (diisi)	... (diisi)
2	15	45°	... (diisi)	... (diisi)
3	15	60°	... (diisi)	... (diisi)

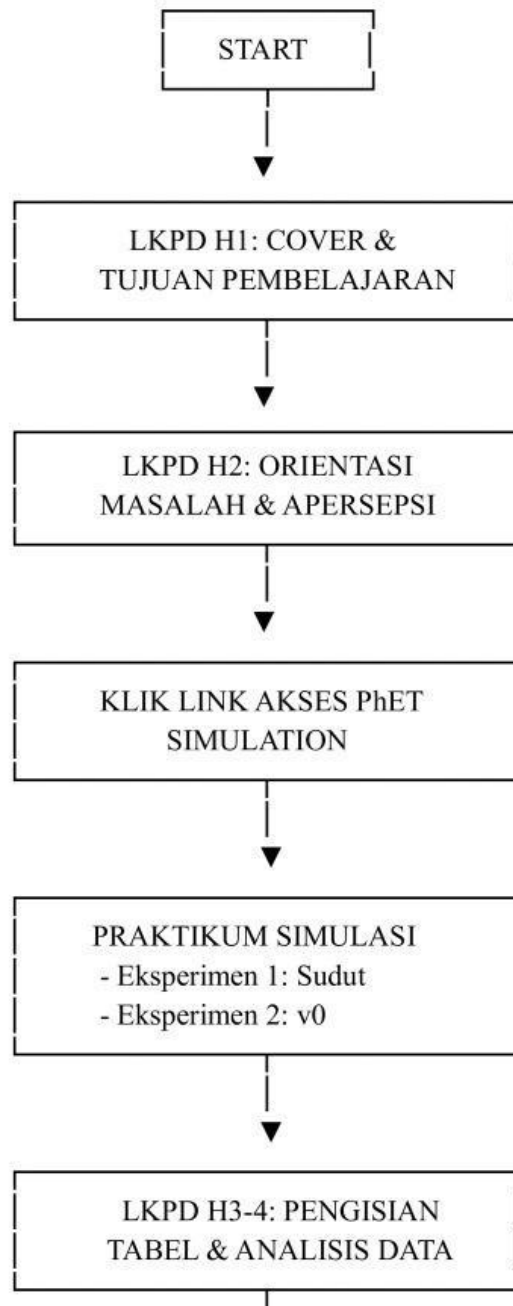
Aturan Interaksi Simulasi:

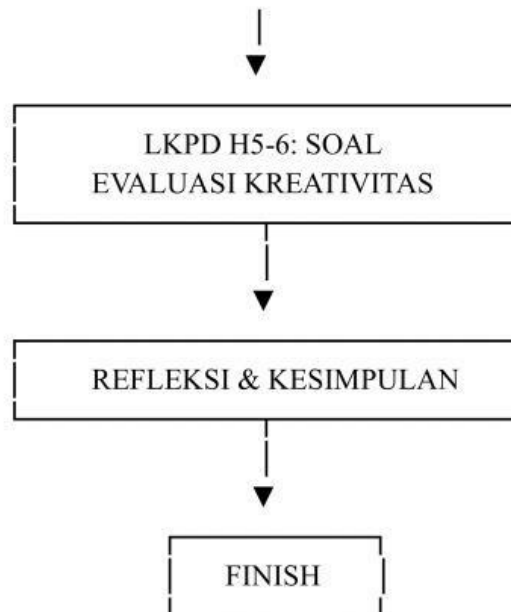
1. Siswa mengatur $v_0 = 15$ m/s (konstan) pada PhET Simulation.
2. Siswa mengubah sudut θ berturut-turut: 30° , 45° , 60° .
3. Klik tombol **Fire** untuk melihat lintasan parabola.
4. *Drag* alat pengukur ke puncak tertinggi untuk memperoleh data y_{max} .
5. *Drag* alat pengukur ke titik pendaratan untuk memperoleh data x_{max} .
6. Isikan data ke dalam tabel LKPD, lalu jawab pertanyaan analisis kreativitas:
 - o *Fluency*: Tuliskan minimal 3 variabel yang mempengaruhi jarak terjauh!

 **LIVEWORKSHEETS**

- *Flexibility*: Bagaimanakah cara mendapatkan jarak x_{max} yang sama dengan dua sudut berbeda?
- *Originality / Elaboration*: Jelaskan mengapa sudut 45° menghasilkan jarak paling jauh!

G. LANGKAH 5: Desain Navigasi (Flowchart)





H. LANGKAH 6: Desain Storyboard (Sangat Spesifik)

Halaman 1: Cover & Orientasi Masalah

Komponen	Spesifikasi
Visual	Gambar animasi pemain basket melempar bola / tembakan meriam parabola. Logo sekolah & judul " <i>LKPD Gerak Parabola Berbasis PhET Simulation</i> ".
Teks	"Capaian Pembelajaran: Menganalisis besaran-besaran fisis gerak parabola dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari."
Interaksi	Tautan terintegrasi langsung ke simulator PhET Gerak Parabola.
Navigasi	Lanjut ke Halaman 2.

Halaman 2: Apersepsi & Pengenalan PhET

Komponen	Spesifikasi
Visual	Tangkapan layar (<i>screenshot</i>) antarmuka PhET Simulation beserta panah penunjuk nama fitur (Meriam, Slider Sudut, Alat Ukur).
Teks	Petunjuk langkah-langkah membuka browser Google Chrome dan mengakses tautan PhET Simulation.
Interaksi	Siswa membuka tautan PhET pada perangkat HP/Laptop kelompok..
Navigasi	Lanjut ke Halaman 3 (Praktikum).

Halaman 3: Praktikum Eksperimen 1 (Variasi Sudut Elevasi)

Komponen	Spesifikasi
Visual	Tabel Pengamatan 1 di LKPD & Tampilan Simulasi PhET dengan sudut meriam dapat digeser.
Teks	"Langkah Praktikum: Setel $v_0 = 15$ m/s. Ubah sudut elevasi θ menjadi 30° , 45° , dan 60° . Catat y_{max} dan x_{max} ."
Interaksi	Menyesuaikan sudut pada PhET, menembakkan peluru, dan mencatat data hasil ukur.
Navigasi	Lanjut ke Halaman 4.

Halaman 4: Praktikum Eksperimen 2 (Variasi Kecepatan Awal)

Komponen	Spesifikasi
Visual	Tabel Pengamatan 2 di LKPD & Tampilan Simulasi PhET dengan kecepatan awal diubah-ubah.
Teks	"Langkah Praktikum: Setel sudut $\theta = 45^\circ$ (konstan). Ubah v_0 menjadi 10 m/s, 15 m/s, dan 20 m/s. Catat hasilnya."
Interaksi	Menggeser slider v_0 , menembak, dan mengukur jarak serta tinggi maksimum.
Navigasi	Lanjut ke Halaman 5.

Halaman 5: Soal Evaluasi Kreativitas Siswa

Komponen	Spesifikasi
Visual	Tampilan 5 nomor soal esai terbuka berbasis data eksperimen PhET.
Teks	Soal mengukur 5 indikator kreativitas (<i>Fluency, Flexibility, Originality, Elaboration, Sensitivity</i>).
Interaksi	Siswa mengisikan jawaban analisis deskriptif pada kolom LKPD.
Navigasi	Lanjut ke Halaman 6.

Halaman 6: Penutup & Refleksi Pembelajaran

Komponen	Spesifikasi
Visual	Kolom rangkuman dan grafik penyimpulan hubungan matematis $y_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \text{ dan } x_{max} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}.$
Teks	"Tuliskan kesimpulan akhir kelompokmu mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi Gerak Parabola!"
Navigasi	selesai.

I. LANGKAH 7: Desain Instrumen Validasi & Evaluasi

7.1 Instrumen Validasi Ahli Media (20 Butir - Sesuai Aspek Jurnal)

No.	Aspek jurnal	Butir Penilaian
1.	Penyajian	Keruntutan konsep penyajian media interaktif
2.	Penyajian	Kejelasan petunjuk penggunaan media dan LKPD
3.	Penyajian	Kemudahan tampilan nilai/data pada instrumen simulasi
4.	Penyajian	Kesesuaian media untuk penggunaan individu maupun kelompok
5.	Desain isi	Keharmonisan komposisi warna pada LKPD dan antarmuka PhET
6.	Desain isi	Kualitas visual gambar dan keterbacaan grafik lintasan
7.	Desain isi	Kesesuaian jenis dan ukuran karakter/huruf
8.	Desain isi	Penyajian media memicu keterlibatan dinamis dan kreatif
9.	Desain Media	Kejelasan tata letak (<i>layout</i>) komponen LKPD & media
10.	Desain Media	Daya dorong media dalam meningkatkan motivasi belajar
11.	Kemudahan	Kemudahan akses website/link PhET via Google Chrome
12.	Kemudahan	Kinerja dan keefektifan penggunaan simulasi tanpa lag
13.	Kemudahan	Kejelasan fungsi tombol/menu pada PhET Simulation
14.	Keterpaduan	Keselarasan antara butir LKPD dengan fitur PhET
15.	Kepraktisan	Kemudahan pengoperasian media oleh guru dan siswa

Kriteria Kelayakan:

$$\text{Persentase Kevalidan} = \frac{\text{Total Skor Terkumpul}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Target Kevalidan Media: $\geq 80\%$ ("Sangat Valid").

7.2 Instrumen Validasi Ahli Materi (15 Butir)

No.	Aspek	Butir Penilaian
1.	Kebenaran Konsep	Konsep Gerak Parabola yang disajikan secara fisis benar
2.	Kebenaran Konsep	Persamaan matematis y_{max} dan x_{max} sesuai dengan konsep fisika
3.	Kurikulum	Materi sesuai dengan Kurikulum Merdeka dan Capaian Pembelajaran
4.	Kedalaman	Kedalaman materi sesuai untuk tingkat SMA Kelas XI IPA
5.	Kejelasan	Soal-soal pada LKPD mengukur indikator berpikir kreatif

7.3 Instrumen Uji Coba Pengguna (Angket Respon Kepraktisan Guru & Siswa)

No.	Aspek Praktikalitas	Butir Angket Kepraktisan
1.	Kemudahan Penggunaan	Media PhET dan LKPD mudah dioperasikan saat pembelajaran
2.	Efisiensi Waktu	Penggunaan PhET mempermudah pemahaman konsep secara cepat
3.	Kemenarikan	Tampilan simulasi interaktif membuat pembelajaran menyenangkan
4.	Manfaat	Praktikum PhET membantu memvisualisasikan gerak parabola
5.	Kejelasan	Soal-soal pada LKPD mengukur indikator berpikir kreatif

7.4 Instrumen Penilaian Kreativitas Siswa (5 Indikator Jurnal)

- Kelancaran (*Fluency*): Mampu memberikan banyak gagasan penyelesaian masalah gerak parabola.
- Keluwesan (*Flexibility*): Mampu menggunakan variasi kombinasi v_0 dan sudut θ untuk mencapai target tertentu.
- Orisinalitas (*Originality*): Mampu memberikan jawaban/gagasan analisis fisis yang unik dan mandiri.
- Elaborasi (*Elaboration*): Mampu menjelaskan secara rinci hubungan antar variabel dari data PhET.
- Kepekaan (*Sensitivity*): Peka terhadap perubahan grafik/vektor saat variabel PhET diubah.

J. LANGKAH 8: Desain Uji Coba

8.1 Rencana Uji Coba Pembelajaran

Tahap	Subjek	Jumlah	Fokus	Instrumen
Validasi Ahli Materi	Guru Fisika / Dosen	1–2 orang	Kevalidan konsep fisika	Instrumen 7.2
Validasi Ahli Media	Wakasek / Ahli Media	1–2 orang	Kevalidan desain & media	Instrumen 7.1

Uji Coba Implementasi	Siswa XI-IPA 1 SMA Sw. Markus Medan	30 Siswa	Kepraktisan & Kreativitas	Angket Respon & Rubrik Kreativitas
-----------------------	--	----------	---------------------------	------------------------------------

8.2 Kriteria Keberhasilan Produk (Sesuai Standar Hasil Jurnal)

Aspek Penilaian	Target Kriteria Jurnal	Hasil Capaian Jurnal
Kevalidan Media	$\geq 80\%$ ("Sangat Valid")	84% (Sangat Valid)
Kevalidan Angket	$\geq 80\%$ ("Sangat Valid")	85% (Sangat Valid)
Kepraktisan Guru	$\geq 80\%$ ("Sangat Praktis")	84% (Sangat Praktis)
Kepraktisan Siswa	$\geq 80\%$ ("Sangat Praktis")	84,03% (Sangat Praktis)
Kreativitas Siswa	$\geq 80\%$ ("Sangat Kreatif")	84,92% (Sangat Kreatif)

8.3 Alur Uji Coba Pembelajaran

Draft LKPD & Link PhET Simulation



Validasi Ahli Media (84%) & Ahli Materi (85%)



Revisi & Penyempurnaan Media (Tahap Finishing)



▼ Implementasi Pembelajaran PBL di Kelas XI-IPA 1 (3 Hari)



└─► Pengisian Angket Kepraktisan Guru (84%)

└─► Pengisian Angket Kepraktisan Siswa (84,03%)

└─► Analisis Penilaian Kreativitas Siswa (84,92%)

K. Ringkasan Output Tahap Desain

No.	Output Dokumen	Digunakan untuk
1.	Dokumen Desain Pembelajaran & RPP PBL	Perencanaan Pembelajaran Bab III/IV
2.	Panduan Informasi Visual & Penerapan Mayer	Standar Pengembangan Media
3.	E-LKPD Terintegrasi Direct Link PhET	Perangkat Utama Siswa
4.	Flowchart Navigasi & Alur Pembelajaran	Lampiran Dokumen Penelitian
5.	Storyboard Detail Pembelajaran (6 Halaman)	Lampiran Dokumen Penelitian
6.	Instrumen Validasi Ahli Media & Materi	Lampiran Instrumen
7.	Angket Kepraktisan & Rubrik Kreativitas Siswa	Lampiran Pengumpulan Data