

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN FUNDAMENTAL – REGULER



INOVASI PLATFORM DIGITAL UNTUK MENINGKATKAN
PEMBELAJARAN MENDALAM DENGAN PENDEKATAN MULTIPLE
REPRESENTASI TERINTEGRASI STEAM DALAM MENCAPAI SDGS
PENDIDIKAN BERKUALITAS

PENGUSUL

Dr. Tri Isti Hartini, M.Pd	Nidn 0313097506
Dr. Imas Ratna Ermawati, M.Pd	Nidn 0314086804
Martin, S.Pd , M.Pd	Nidn 0307039102
Nuraeni Nanda Sari, S.Pd, M.Pd	Nik 3275034502000017
ELSA SAGITA	Nim 2101115004
DEDE PADLI	Nim 2202225003

Nomor SK: 124/C3/DT.05.00/PL/2025
Nomor Kontrak : 0992/LL3/AL.04/2025 , 306/F.03.07/2025
Nilai Kontrak Tahun 1: Rp 86.460.000,-

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JANUARI 2026



PROTEKSI ISI PROPOSAL

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi proposal ini dalam bentuk apapun kecuali oleh pengusul dan pengelola administrasi pengabdian kepada masyarakat

PROPOSAL PENELITIAN 2025

Rencana Pelaksanaan Penelitian: tahun 2025 s.d. tahun 2025

1. JUDUL PENELITIAN

Inovasi Platform Digital untuk Meningkatkan Pembelajaran Mendalam dengan Pendekatan Multipel Representasi Terintegrasi STEAM dalam Mencapai SDGs Pendidikan Berkualitas

Bidang Fokus	Tema	Topik (jika ada)	Prioritas Riset
Sosial Humaniora	Pendidikan	Teknologi pendidikan dan pembelajaran	Ekonomi hijau

Rumpun Ilmu Level 1	Rumpun Ilmu Level 2	Rumpun Ilmu Level 3
ILMU SOSIAL HUMANIORA	ILMU SOSIAL	Humaniora

Skema Penelitian	Strata (Dasar/Terapan/ Pengembangan)	Nilai SBK	Target Akhir TKT	Lama Kegiatan
Penelitian Fundamental - Reguler	Riset Dasar	150.000.000	3	1 Tahun

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Jenis	Program Studi/Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta
TRI ISTI HARTINI 0313097506 Ketua Pengusul Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka	Dosen	Pendidikan Fisika	1. Studi pendahuluan 2. Perencanaan 3. Pengembangan implementasi	6007704
IMAS RATNA ERMAWATI 0314086804 Anggota Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka	Dosen	Pendidikan Profesi Guru	1. Analisis pendahuluan 2. Revisi perencanaan 3. Analisis temuan dan evaluasi hasil	5978956
MARTIN 0307039102 Anggota Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka	Dosen	Pendidikan Fisika	1. Revisi akhir 2. Menyusun RAB 3. Menyusun artikel keluaran	6719743
Nuraeni Nanda Sari, S.Pd 3275034502000017 Anggota UHAMKA	Umum	Laboran Fisika	1. Membantu penyusunan instrumen 2. Membantu implementasi produk	-
ELSA SAGITA 2101115004 Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka	Mahasiswa	Pendidikan Fisika	1. Membantu pada tahap pengembangan dan implementasi penelitian 2. Membantu penyusunan artikel	-
DEDE PADLI 2201115003 Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka	Mahasiswa	Pendidikan Fisika	1. Membantu pada tahap pengembangan dan implementasi penelitian 2. Membantu penyusunan artikel	-

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (Jika Ada)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra	Dana
-------	------------	------

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Kategori Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian	Keterangan
1	Artikel di Jurnal	Artikel di Jurnal Bereputasi Internasional	Accepted/Published	International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE), link: https://ijere.iaescore.com/index.php/IJERE

5. ANGGARAN USULAN

Rencana Anggaran Biaya penelitian mengacu pada PMK dan buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang berlaku.

Total RAB 1 Tahun Rp149.992.000,00

Tahun 1 Total Rp149.992.000,00

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	ATK selama Perencanaan	Paket	1	1.000.000	1.000.000
Bahan	ATK	ATK selama implementasi	Paket	3	1.000.000	3.000.000
Bahan	ATK	ATK selama Analisis Temuan dan Evaluasi hasil	Paket	2	1.000.000	2.000.000
Bahan	ATK	ATK selama Pengembangan	Paket	3	1.000.000	3.000.000
Bahan	ATK	ATK selama Studi Pendahuluan	Paket	2	1.000.000	2.000.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	Hr Pembantu peneliti 8 Pekan sebanyak 4 orang	OJ	8	100.000	800.000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	Hr Petugas Survey 4 Pekan sebanyak 2 orang	OH/OR	4	100.000	400.000
Pengumpulan Data	Transport	Transport ke Wilayah Jabodetabek tahap akhir untuk kekurangan data 7 orang	OK (kali)	7	150.000	1.050.000
Pengumpulan Data	Transport	Transport ke Kota Bogor 7 orang	OK (kali)	7	200.000	1.400.000
Pengumpulan Data	Transport	Transport ke Depok 7 orang	OK (kali)	7	100.000	700.000
Pengumpulan Data	Transport	Transport ke Wilayah Bekasi 7 orang	OK (kali)	7	200.000	1.400.000
Pengumpulan Data	Transport	Transport ke Wilayah Tangerang 7 orang	OK (kali)	7	250.000	1.750.000
Pengumpulan Data	Uang Harian	uang harian petugas pengumpulan data sebanyak 7 orang 30 hari	OH	210	100.000	21.000.000
Pengumpulan Data	Penginapan	Penginapan ke Tempat pengumpulan data. hotel bintang 3 , tipe	OH	6	500.000	3.000.000

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
		kamar twin share. ke Depok dan Bogor. 3 kamar, 2 malam				
Pengumpulan Data	Penginapan	Penginapan ke Tempat pengumpulan data. hotel bintang 3 , tipe kamar twin share. ke Wilayah Tangerang. 3 kamar, 2 malam	OH	6	500.000	3.000.000
Pengumpulan Data	Penginapan	Penginapan ke Tempat pengumpulan data. hotel bintang 3 , tipe kamar twin share. ke Wilayah Bekasi , 3 kamar, 2 malam	OH	6	500.000	3.000.000
Pengumpulan Data	Penginapan	penginapan ke Tempat pengumpulan data. hotel bintang 3 , tipe kamar twin share. ke Jakarta. 3 kamar, 2 malam	OH	6	350.000	2.100.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi guru guru pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM di Wilayah Tangerang	OH	20	25.000	500.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi Rapat Analisis perencanaan, sebanyak 2 kali rapat. 7 orang	OH	14	25.000	350.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi guru guru pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM di Depok dan Bogor	OH	20	25.000	500.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi Rapat Analisis Studi Pendahuluan	OH	7	25.000	175.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi guru guru pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM di Jabodetabek	OH	20	25.000	500.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi FGD Penyusunan Laporan kemajuan dan kemajuan akhir. 7 orang, sebanyak 2 kali rapat	OH	14	25.000	350.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi guru guru pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM Wilayah Jakarta	OH	200	2.500	500.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi guru guru pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM di Wilayah Tangerang	OH	20	25.000	500.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	Hr pembantu lapangan di Wilayah Jabodetabek	OH	5	100.000	500.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	Hr pembantu lapangan di Jakarta	OH	5	1.000.000	5.000.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	Hr pembantu lapangan di Wilayah Tangerang	OH	5	100.000	500.000

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	Hr pembantu lapangan di Bogor	OH	5	100.000	500.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	Hr pembantu lapangan di Wilayah Bekasi	OH	5	100.000	500.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa LCD. di 5 kota dan kabupaten di wilayah Jabodetabek sebanyak 30 hari total keseluruhan.	Unit	30	100.000	3.000.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa printer epson L6270. Selama penelitian berlangsung	Unit	1	2.000.000	2.000.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa Laptop Spek tinggi. di 5 kota dan kabupaten di wilayah Jabodetabek sebanyak 30 hari total keseluruhan.	Unit	7	1.500.000	10.500.000
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	Sewa Ruang di 5 kabupaten dan kota di wilayah Jabodetabek. 6 hari perwilayah	Unit	5	2.500.000	12.500.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 Mobil tahap Studi Pendahuluan ke Depok dan Bogor	OK (kali)	1	600.000	600.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 Mobil tahap Studi Pendahuluan ke Bogor	OK (kali)	1	600.000	600.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 Mobil tahap Implementasi ke Bogor	OK (kali)	1	500.000	500.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 Mobil tahap Studi Pendahuluan ke Tangerang	OK (kali)	1	600.000	600.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 Mobil tahap Implementasi ke Jakarta	OK (kali)	1	500.000	500.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 Mobil tahap Studi Pendahuluan ke wilayah Jabodetabek	OK (kali)	1	600.000	600.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 Mobil tahap Implementasi ke Kota Jakarta	OK (kali)	1	500.000	500.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 Mobil tahap Implementasi ke Jabodetabek	OK (kali)	1	500.000	500.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 Mobil tahap Studi Pendahuluan ke Bekasi dan Tangerang	OK (kali)	1	500.000	500.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 Mobil tahap Implementasi ke Depok	OK (kali)	1	500.000	500.000
Analisis Data	HR Pengolah Data	20 jam Perhari sebanyak 7 orang	P (penelitian)	140	100.000	14.000.000
Analisis Data	Transport Lokal	transport pengolah data 20 hari sebanyak 7 orang	OK (kali)	140	100.000	14.000.000
Analisis Data	Penginapan	penginapan saat analisis data. hotel bintang 3 , tipe kamar twin share. 3 malam, 3 kamar	OH	3	1.500.000	4.500.000
Pelaporan Hasil	Biaya	konsumsi rapat	OH	21	25.000	525.000

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Penelitian dan Luaran Wajib	konsumsi rapat	penyusunan Artikel 3 kali sebanyak 7 orang				
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Bereputasi Internasional	Publikasi ke International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE) Scopus Q3.	Paket	1	15.000.000	15.000.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya Pendaftaran KI	1 HKI Inovasi Platform Digital Sekolah Menengah Atas	Paket	1	700.000	700.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya ProofReading. 232.000 per 1000 kata. sebanyak 6000 kata	Paket	1	1.392.000	1.392.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya Translate ke bahasa inggris sebanyak 22 halaman. 1 halaman 250.000	Paket	1	5.500.000	5.500.000

6. ANGGARAN PERBAIKAN

Rencana Anggaran Biaya penelitian mengacu pada PMK dan buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang berlaku.

Tahun 1 Total Rp86.460.000,00 | Disetujui Rp86.460.000,00

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	ATK selama implementasi	Paket	3	500.000	1.500.000
Bahan	ATK	ATK selama analisis temuan dan evaluasi hasil	Paket	2	500.000	1.000.000
Bahan	ATK	ATK selama studi pendahuluan	Paket	2	500.000	1.000.000
Bahan	ATK	ATK selama perencanaan	Paket	1	500.000	500.000
Bahan	ATK	ATK selama pengembangan	Paket	3	500.000	1.500.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	HR pembantu peneliti selama 8 pekan sebanyak 4 orang	OJ	8	50.000	400.000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	HR petugas survei selama 4 pekan sebanyak 2 orang	OH/OR	4	50.000	200.000
Pengumpulan Data	Transport	Transport pengumpulan data di wilayah Depok sebanyak 7 orang	OK (kali)	7	50.000	350.000
Pengumpulan Data	Transport	Transport pengumpulan data di wilayah Bogor sebanyak 7 orang	OK (kali)	7	100.000	700.000
Pengumpulan Data	Transport	Transport pengumpulan data di wilayah Bekasi sebanyak 7 orang	OK (kali)	7	100.000	700.000
Pengumpulan Data	Transport	Transport pengumpulan data di wilayah Tangerang sebanyak 7 orang	OK (kali)	7	125.000	875.000
Pengumpulan Data	Transport	Transport ke wilayah Jabodetabek pada tahap akhir untuk	OK (kali)	7	75.000	525.000

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
		memenuhi kekurangan data sebanyak 7 orang				
Pengumpulan Data	Uang Harian	Uang harian petugas dalam pengumpulan data sebanyak 7 orang selama 30 hari	OH	210	50.000	10.500.000
Pengumpulan Data	Penginapan	Penginapan padat empat pengumpulan data di wilayah Depok dan Bogor berupa Reddoorz sebanyak 3 kamar selama 2 malam	OH	6	250.000	1.500.000
Pengumpulan Data	Penginapan	Penginapan pada tempat pengumpulan data di wilayah Bekasi berupa Reddoorz sebanyak 3 kamar selama 2 malam	OH	6	250.000	1.500.000
Pengumpulan Data	Penginapan	Penginapan pada tempat pengumpulan data di wilayah Tangerang berupa Reddoorz sebanyak 3 kamar selama 2 malam	OH	6	250.000	1.500.000
Pengumpulan Data	Penginapan	Penginapan pada tempat pengumpulan data di wilayah Jakarta berupa Reddoorz sebanyak 3 kamar selama 2 malam	OH	6	250.000	1.500.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi untuk siswa pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Jakarta	OH	200	2.500	500.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi untuk guru-guru pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Depok dan Bogor	OH	20	20.000	400.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi untuk guru-guru pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Bekasi	OH	20	20.000	400.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi untuk guru-guru pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Tangerang	OH	20	20.000	400.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi untuk guru-guru pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Jakarta	OH	20	20.000	400.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi rapat analisis perencanaan selama 2 kali pertemuan sebanyak 7 orang	OH	14	20.000	280.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi rapat analisis studi pendahuluan	OH	7	20.000	140.000
Pengumpulan Data	Biaya	konsumsi untuk FGD	OH	14	20.000	280.000

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
	konsumsi	penyusunan laporan kemajuan akhir selama 2 kali pertemuan dan sebanyak 7 orang				
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	HR pembantu lapangan di wilayah Bogor	OH	5	50.000	250.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	HR pembantu lapangan di wilayah Jakarta	OH	5	500.000	2.500.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	HR pembantu lapangan di wilayah Bekasi	OH	5	50.000	250.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	HR pembantu lapangan di wilayah Tangerang	OH	5	50.000	250.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	HR pembantu lapangan di wilayah Depok	OH	5	50.000	250.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa printer Epson L6270 selama penelitian berlangsung	Unit	1	2.000.000	2.000.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa laptop dengan spesifikasi tinggi di 5 kabupaten dan kota di wilayah Jabodetabek selama 30 hari total keseluruhan	Unit	7	1.000.000	7.000.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa LCD di 5 kabupaten dan kota di wilayah Jabodetabek selama 30 hari total keseluruhan	Unit	30	50.000	1.500.000
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	Sewa ruangan di 5 kabupaten dan kota di wilayah Jabodetabek selama 6 hari per wilayah	Unit	5	1.700.000	8.500.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 mobil (taxi online) untuk tahapan implementasi di wilayah Jakarta	OK (kali)	1	250.000	250.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 mobil (taxi online) untuk tahapan implementasi di wilayah Bogor	OK (kali)	1	300.000	300.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 mobil (taxi online) untuk tahapan implementasi di wilayah Depok	OK (kali)	1	250.000	250.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 mobil (taxi online) untuk tahapan implementasi di wilayah Tangerang	OK (kali)	1	250.000	250.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 mobil (taxi online) untuk tahapan implementasi di wilayah Bekasi	OK (kali)	1	250.000	250.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 mobil (taxi online) untuk tahapan studi pendahuluan di wilayah Jakarta	OK (kali)	1	250.000	250.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 mobil (taxi online) untuk tahapan studi pendahuluan di wilayah Depok dan Bogor	OK (kali)	1	400.000	400.000
Sewa Peralatan	Kendaraan	Sewa 1 mobil (taxi	OK (kali)	1	550.000	550.000

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
		online) untuk tahapan studi pendahuluan di wilayah Bekasi dan Tangerang				
Analisis Data	HR Pengolah Data	HR pengolahan data selama 20 jam per hari sebanyak 7 orang	P (penelitian)	140	50.000	7.000.000
Analisis Data	Transport Lokal	Transport pengolahan data selama 20 hari sebanyak 7 orang	OK (kali)	140	50.000	7.000.000
Analisis Data	Penginapan	Penginapan saat analisis data berupa Reddoorz sebanyak 3 kamar selama 3 malam	OH	3	750.000	2.250.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya konsumsi rapat	Konsumsi rapat penyusunan selama 3 kali pertemuan sebanyak 7 orang	OH	21	20.000	420.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Bereputasi Internasional	Biaya publikasi pada Jurnal Internasional Terindeks Scopus Q4 (Multidisciplinary Science Journal)	Paket	1	8.646.000	8.646.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya Pendaftaran KI	Biaya satu HKI terkait inovasi platform digital Sekolah Menengah Atas	Paket	1	700.000	700.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya proses penerjemahan ke bahasa inggris sebanyak 22 halaman dengan biaya per halaman Rp 250.000	Paket	1	5.500.000	5.500.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya proof reading sebanyak 6000 kata dengan biaya per 1000 kata Rp 232.000	Paket	1	1.394.000	1.394.000



Isian Substansi Proposal

SKEMA PENELITIAN DASAR (PENELITIAN DASAR FUNDAMENTAL DAN PENELITIAN KERJA SAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI)

Pengusul hanya diperkenankan mengisi di tempat yang telah disediakan sesuai dengan petunjuk pengisian dan tidak diperkenankan melakukan modifikasi template atau penghapusan di setiap bagian.

B. RINGKASAN

Isian ringkasan penelitian tidak lebih dari 300 kata yang berisi urgensi, tujuan, metode, dan luaran yang ditargetkan

Urgensi: Pendidikan berkualitas sangat penting untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*). Sayangnya, keberlangsungan pendidikan di Indonesia masih terdapat kesenjangan, salah satunya adalah pemanfaatan teknologi yang cukup minim dalam pembelajaran mengakibatkan siswa cenderung pasif dan bosan. Oleh karenanya, diperlukan inovasi teknologi digital yang dikombinasikan dengan pendekatan berfokus pada keterlibatan siswa dan berpikir kritis. Selain itu, utuhnya kerangka pembelajaran mampu meningkatkan pembelajaran mendalam siswa sebagai kontribusi nyata dalam mendukung pencapaian SDGs pendidikan berkualitas.

Tujuan: Tujuan penelitian ini adalah menguji kelayakan dan tingkat efektivitas *platform* digital yang terintegrasi STEAM melalui pendekatan multipel representasi untuk meningkatkan pembelajaran mendalam sehingga tercapai SDGs pendidikan berkualitas.

Metode: Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) melalui empat tahapan, yaitu *Decide, Design, Development*, dan *Evaluate*. Tahap *decide* meliputi analisis kebutuhan, identifikasi tujuan pembelajaran, serta penentuan materi pembelajaran dan ruang lingkup media. Tahap *design* meliputi perancangan desain *platform* digital yang terintegrasi STEAM dan sesuai dengan pendekatan multipel representasi. Tahap *development* meliputi pembuatan *platform* digital, penyusunan instrument penelitian, serta uji coba dan revisi produk berdasarkan rekomendasi dari ahli dan siswa. Tahap *evaluate* meliputi pengerjaan tes berbasis pembelajaran mendalam kepada siswa dan penyebaran kuisioner kebermanfaatan produk kepada siswa dan guru.

Luaran yang Ditargetkan: Target luaran dari penelitian ini adalah publikasi artikel di Jurnal International Terindeks Scopus dengan klasterisasi kualitas Quartile 4 (Q4). TKT saat ini adalah level 1 dan TKT akhir yang ditargetkan adalah level 3.]

C. KATA KUNCI

Isian 5 kata kunci yang dipisahkan dengan tanda titik koma (;)

[Inovasi Platform Digital; Multipel Representasi; Pembelajaran Mendalam; STEAM; SDGs Pendidikan Berkualitas]

D. PENDAHULUAN

Pendahuluan penelitian tidak lebih dari 1000 kata yang memuat, latar belakang, rumusan permasalahan yang akan diteliti, pendekatan pemecahan masalah, state-of-the-art dan kebaruan, peta jalan (road map) penelitian setidaknya 5 tahun. Sitasi disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan.

Latar Belakang: Pembelajaran mendalam merupakan salah satu pendekatan yang dapat meningkatkan kualitas pendidikan. Pembelajaran mendalam diartikan sebagai pendekatan siswa dalam menganalisis ide baru secara kritis serta mengaitkannya dengan konsep dan prinsip sebelumnya sehingga menghasilkan pembelajaran yang bermakna [1]. Pembelajaran mendalam membekali siswa

dengan kompetensi, baik dalam tingkat pribadi ataupun profesional [2]. Hal ini sejalan dengan tujuan dari implementasi program SDGs dalam pendidikan. SDGs merupakan program internasional yang bertujuan untuk standarisasi kualitas pendidikan, meningkatkan harapan pembelajaran bagi semua orang, dan mengakui hak semua orang atas pendidikan bermutu [3]. Sayangnya, situasi pendidikan di Indonesia masih jauh dari tujuan SDGs sehingga memerlukan pendekatan yang lebih mendasar [4]; [5]. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat diimplementasikan untuk mencapai SDGs pendidikan berkualitas adalah multipel representasi.

Multipel Representasi merupakan pendekatan pembelajaran yang menggunakan berbagai bentuk dalam menggambarkan konsep atau proses serta efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang fisika [6]; [7]. Kemudian, kemampuan representasi siswa dapat dieskalasikan melalui penerapan pembelajaran terintegrasi STEAM [8]. Selain itu, pemanfaatan STEAM mampu mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, kritis, kolaboratif, dan pemecahan masalah [9]. Oleh karenanya, pendekatan STEAM sangat efektif digunakan beriringan dengan penerapan teknologi dalam pembelajaran fisika [10].

Kemajuan teknologi di era digital dipandang sebagai media tepat untuk menunjang proses pembelajaran. Salah satu kontribusi penerapan teknologi digital adalah penyediaan *platform* digital. Di bidang pendidikan, *platform* digital sangat penting untuk peralihan dari metode universal ke metode personal yang mendukung pengajaran eksplanatif dan pendekatan berpusat pada siswa [11]; [12]. Penggunaan teknologi digital memiliki pengaruh positif pada hasil pembelajaran mendalam siswa sebab dengan cara memahami sesuatu sehingga tidak mudah dilupakan untuk memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan menyenangkan [13]; [14]. Maka dari itu, publikasi transformasi pendidikan digital memiliki peranan penting yang dimainkan oleh pendekatan pembelajaran mendalam [15].

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu menjadi keterbaruan dalam pemanfaatan teknologi khususnya *platform* digital yang terintegrasi STEAM untuk meningkatkan pembelajaran mendalam siswa pada pembelajaran fisika dengan pendekatan multipel representasi sehingga tercapai SDGs pendidikan berkualitas.

Rumusan Masalah:

1. Bagaimana kelayakan *platform* digital terintegrasi STEAM dengan pendekatan multipel representasi dalam mencapai SDGs pendidikan berkualitas?
2. Bagaimana efektivitas *platform* digital terintegrasi STEAM dengan pendekatan multipel representasi untuk meningkatkan pembelajaran mendalam siswa di SMA?

Pendekatan Pemecahan Masalah:

1. Pemecahan masalah dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang ditujukan untuk menghasilkan suatu produk terintegrasi STEAM serta mengukur efektivitasnya melalui pendekatan multipel representasi dengan model DDDE. Model DDDE sangat tepat untuk pengembangan teknologi khususnya multimedia pembelajaran [16]; [17].
2. Produk yang dikembangkan berupa *platform* digital berbasis *website* dengan materi fisika dan rancangan programnya terintegrasi STEAM serta sesuai pendekatan multipel representasi.
3. Uji coba produk dilakukan untuk menguji kelayakan *platform* digital yang terintegrasi STEAM dengan pendekatan multipel representasi dalam

mencapai SDGs pendidikan berkualitas.

4. Implementasi dari hasil pengembangan, yaitu mengukur tingkat efektivitas *platform* digital yang terintegrasi STEAM dengan pendekatan multipel representasi untuk meningkatkan pembelajaran mendalam siswa di SMA.

State of the Art dan Kebaruan:

Tinjauan literatur terkait dengan penelitian yang akan dilaksanakan bertujuan untuk menganalisis pembahasan peneliti berdasarkan hasil penelitian dan keunggulannya. Adapun state of the art dari penelitian dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. State of the Art Penelitian

No.	Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Hasil Penelitian	Keunggulan Penelitian
1.	Exploring the Effects of Digital Technology on Deep Learning: a Meta-Analysis	Xiu-Yi Wu	2024	Teknologi digital mempengaruhi hasil pembelajaran mendalam dalam lingkungan pendidikan.	Penelitian ini berkontribusi pada pemahaman tentang dampak teknologi digital terhadap hasil pembelajaran mendalam dan menggaris bawahi pentingnya integrasi yang bijaksana dan dukungan pengajaran dalam konteks pendidikan.
2.	Effectiveness of Multiple Representation-Based Mechanics Lectures Using YouTube Video Content on Concept Mastery	Tri Isti Hartini, Imas Ratna Ermawati, Martin, Nuraeni Nanda Sari, Nunik Dwi Septiyani, Elsa Sagita	2024	Penggunaan konten video YouTube pada perkuliahan mekanika berbasis multirepresentasi cukup efektif dalam meningkatkan minat responden.	Penelitian ini menggunakan desain pre-eksperimen dengan one grup pretest-posttest. Penelitian ini mengalami peningkatan hasil signifikan yang ditunjukkan oleh persentase N-Gain sebesar 46,78%.
3.	Research Trends Environmental Awareness in Science Learning to Support Sustainable Development Goals (SDGs) Through Bibliometric Analysis	Misbah, Ahmad Bakharzi Hakam, Qamariah, Fadilah Umar, Nurlaela Muhammad, Muhdi Harto, Warman, Imas Ratna Ermawati	2024	Analisis bibliometrik memberikan gambaran yang lebih luas tentang tren penelitian dan isu-isu yang perlu ditangani dalam konteks Pendidikan Lingkungan Hidup.	Penelitian ini mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan yang perlu diisi dan merumuskan rekomendasi bagi pendidik dan pengambil kebijakan untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih mendukung lingkungan hidup kesadaran dan keberlanjutan.

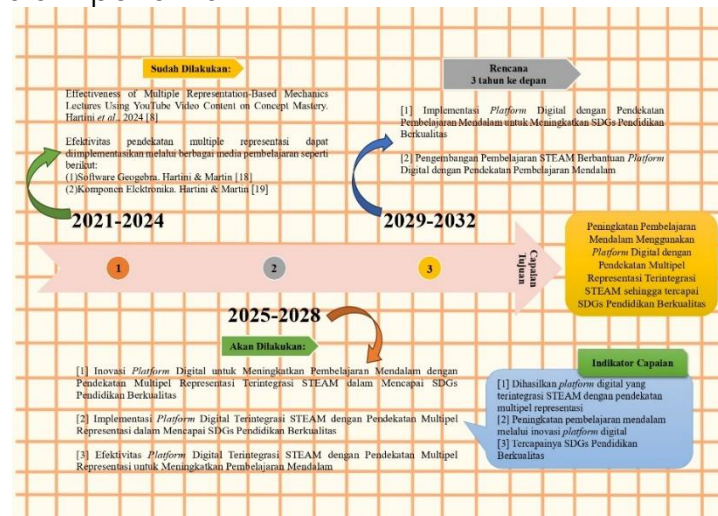
Kebaruan dari penelitian yang akan dilaksanakan, yaitu:

- 1. Pengembangan Platform Digital dan Pembelajaran Mendalam:** Penelitian ini memanfaatkan hasil pengembangan platform digital sebagai media ajar kreatif untuk membangkitkan motivasi belajar peserta didik. Kemudian, penelitian ini menggunakan pendekatan pembelajaran mendalam untuk mengetahui tingkat daya berpikir peserta didik secara lebih dalam.
- 2. Integrasi Pendekatan Multipel Representasi dan STEAM:** Penelitian ini menggabungkan konsep multipel representasi dan memfokuskan pada

penerapan STEAM dalam pembelajaran fisika. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pembelajaran mendalam peserta didik serta mencapai SDGs pendidikan berkualitas pada konsep fisika.

Peta Jalan (Road Map) Penelitian:

Peta jalan penelitian menyajikan dasar-dasar penelitian yang dilakukan melalui tinjauan literatur terhadap penelitian tahun sebelumnya untuk memberikan deskripsi secara rinci mengenai kegiatan utama yang akan dilaksanakan dalam penelitian.



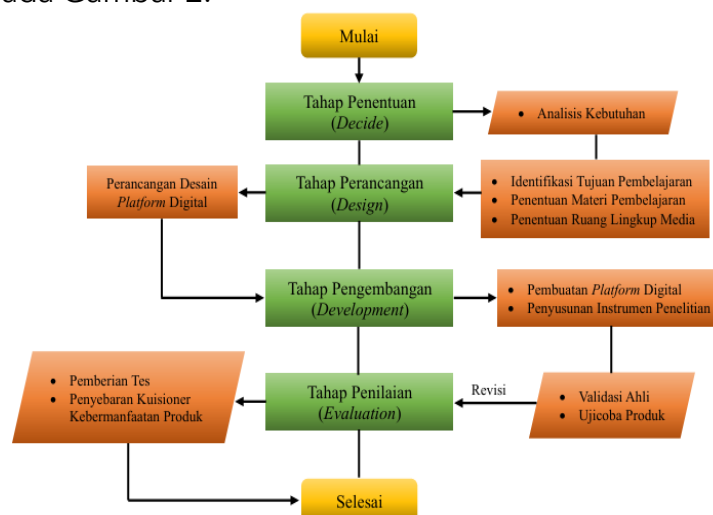
Gambar 1. Peta Jalan Penelitian]

E. METODE

Isian metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan tidak lebih dari 1000 kata. Pada bagian metode wajib dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Format diagram alir dapat berupa file JPG/PNG. Metode penelitian harus memuat sekurang-kurangnya prosedur penelitian, hasil yang diharapkan, indikator capaian yang ditargetkan, serta anggota tim/mitra yang bertanggung jawab pada setiap tahapan penelitian. Metode penelitian harus sejalan dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Prosedur Penelitian:

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* yang bertujuan untuk menguji efektivitas produk dalam memenuhi kebutuhan masyarakat [20]. Model pengembangan yang akan digunakan pada penelitian adalah DDDE dengan tahapan, yaitu *Decide, Design, Development, dan Evaluate* [21]. Adapun langkah pengembangan dalam penelitian ini dijelaskan secara rinci melalui diagram alir penelitian pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

1. Tahap Penentuan (*Decide*)

Pada tahap penentuan dilakukan studi pendahuluan melalui penyebaran kuisioner analisis kebutuhan kepada guru-guru se-Jabodetabek untuk mengetahui spesifikasi media yang diperlukan di sekolah. Kemudian, dilakukan identifikasi tujuan pembelajaran sesuai pendekatan yang diterapkan dengan menganalisis kondisi dan kurikulum sekolah serta menentukan materi pelajaran dan penggunaan media ajar yang tepat dengan karakteristik siswa.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Pada tahap perancangan dilakukan pembuatan *flowchart* penggunaan, *storyboard*, dan rencana tampilan produk. Selain itu, dilakukan pembuatan modul ajar terintegrasi STEAM melalui pendekatan multipel representasi.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan dilakukan pembuatan kerangka *platform* digital. Kemudian, disusun instrumen validasi ahli terhadap produk dan dilanjutkan dengan uji coba skala kecil. Hasil validasi dan uji coba menjadi acuan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk. Rekomendasi dari hasil validasi dan uji coba digunakan untuk revisi produk sehingga efektif diterapkan dalam skala besar.

4. Tahap Penilaian (*Evaluation*)

Pada tahap penilaian dilakukan penerapan produk pada siswa. Kemudian, siswa mengerjakan tes untuk mengetahui keberhasilan tingkat kognitifnya terhadap perlakuan yang diberikan. Selain itu, dilakukan penyebaran kuisioner kepada siswa dan guru terkait kebermanfaatan produk dalam pembelajaran di sekolah.

Kemudian, penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed method*, yaitu menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif dalam menentukan hasil akhir penelitian [22]. Subjek dari penelitian ini adalah siswa SMA kelas 11 se-Jabodetabek yang dipilih dengan teknik *proportional sampling*. Instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah lembar validasi ahli, kuisioner, dan tes. Sedangkan, teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis deskriptif, persentase, uji signifikansi, dan uji efektivitas (N-Gain).

Hasil yang Diharapkan:

Hasil dari penelitian yang akan dilaksanakan diharapkan mampu meningkatkan pembelajaran mendalam siswa melalui penerapan *platform* digital dengan pendekatan multipel representasi terintegrasi STEAM sehingga tercapai SDGs pendidikan berkualitas.

Indikator Capaian yang Ditargetkan:

Indikator capaian dari penelitian yang akan dilaksanakan, yaitu:

1. Dihasilkan *platform* digital yang terintegrasi STEAM dengan pendekatan multipel representasi.
2. Peningkatan pembelajaran mendalam melalui inovasi *platform* digital.
3. Tercapainya SDGs pendidikan berkualitas.

Penelitian ini dilaksanakan oleh satu orang Dosen sebagai Ketua Pengusul serta anggota peneliti yang terdiri dari dua orang Dosen, satu orang Tenaga Kependidikan, dan dua orang Mahasiswa. Adapun tim dan pembagian tugas secara rinci dituliskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tugas dan Pembagian Peran Peneliti

Nama/Peran	Perguruan Tinggi/Instansi	Program Studi/Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
Dr. Tri Isti Hartini, M.Pd. (0313097506)/Ketua	Universitas Muhammadiyah	Pendidikan Fisika/Dosen	1. Mengarahkan studi	6007704	7

Pengusul	Prof. Dr. HAMKA		- pendahuluan; 2. Menyusun perencanaan produk; 3. Mengarahkan target pengembangan dan implementasi produk; 4. Mengevaluasi hasil implementasi produk; 5. Mengarahkan target luaran yang akan dicapai.		
Dr. Imas Ratna Ermawati, M.Pd. (0314086804)/Anggota Peneliti 1	Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA	Pendidikan Fisika/Dosen	1. Menganalisis hasil studi pendahuluan; 2. Melakukan perencanaan produk; 3. Menyusun instrumen penelitian; 4. menganalisis dan mengevaluasi hasil data penelitian.	597896	7
Martin, M.Pd. (0307039102)/Anggota Peneliti 2	Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA	Pendidikan Fisika/Dosen	1. Menyusun RAB penelitian; 2. Menyusun perancangan desain produk; 3. Melakukan pengembangan produk.	671973	3
Nuraeni Nanda Sari, M.Pd./Anggota Peneliti 4	Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA	Pendidikan Fisika/Tenaga Kependidikan	1. Membantu penyusunan instrumen penelitian; 2. Menyusun perencanaan implementasi produk; 3. Menyusun laporan akhir penelitian; 4. Menyusun luaran penelitian yang ditargetkan.	-	-
Elsa Sagita (2101115004)/Anggota Peneliti 5	Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA	Pendidikan Fisika/Mahasiswa	1. Membantu pengambilan data penelitian; 2. Membantu penyusunan laporan akhir penelitian; 3. Membantu penyusunan luaran penelitian yang ditargetkan.	-	-

Dede Padli (2201115003)/Anggota Peneliti 6	Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA	Pendidikan Fisika/Mahasiswa	1. Membantu pengembangan produk; 2. Membantu pengambilan data penelitian; 3. Membantu penyusunan laporan akhir dan luaran penelitian.	-	-
--	--	--------------------------------	---	---	---

]

F. HASIL YANG DIHARAPKAN

Jelaskan hasil yang diharapkan atau luaran yang dijanjikan dari penelitian

Luaran yang ditargetkan dari penelitian ini adalah publikasi artikel pada Jurnal Internasional Terindeks Scopus dengan klasterisasi kualitas Quartile 4 (Q4), yaitu Multidisciplinary Science Journal, url: <https://malque.pub/ojs/index.php/msj>. Adapun TKT saat ini adalah level 1 dan TKT akhir yang ditargetkan adalah level 3.]

G. JADWAL PENELITIAN

Jadwal penelitian disusun berdasarkan pelaksanaan penelitian dan disesuaikan berdasarkan lama tahun pelaksanaan penelitian

[

Tahun ke-1

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Studi pendahuluan (analisis kebutuhan produk)			√									
2	Penentuan materi dan media pembelajaran fisika			√									
3	Perencanaan desain <i>platform</i> digital			√									
4	Pengembangan <i>platform</i> digital terintegrasi STEAM				√	√	√						
5	Penyusunan instrumen penelitian					√	√						
6	Validasi ahli						√						
7	Ujicoba dan revisi produk						√						
8	Implementasi produk pada subjek penelitian							√					
9	Pengumpulan data penelitian: tes dan kuisioner							√	√				
10	Analisis dan interpretasi data penelitian								√				
11	Monitoring dan evaluasi capaian penelitian									√			
12	Penyusunan dan pengumpulan laporan akhir penelitian										√	√	
13	Publikasi luaran hasil penelitian												√
14	Validasi luaran hasil penelitian												√

]

H. DAFTAR PUSTAKA

Sitasi disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada usulan penelitian yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun 2025/2026. Pada bagian ini, menjelaskan proses dan hasil penelitian yang diperoleh beserta diskusi berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Hasil utama dalam penelitian ini adalah produk akhir berupa platform digital multiple representasi untuk mendukung pembelajaran mendalam berbasis STEAM. Berdasarkan data hasil uji validasi pada ahli materi, ahli media, guru fisika serta uji respons siswa yang dilakukan pada 300 siswa kelas XI IPA di SMA se Jabodetabek, menyatakan bahwa platform digital yang sudah dikembangkan layak digunakan. menyatakan bahwa platform digital yang sudah dikembangkan layak digunakan. Penelitian ini menghasilkan produk berupa Platform Digital Multipel Representasi (PDMR) yang dikembangkan melalui empat tahap utama sesuai model DDDE: *Decide*, *Design*, *Develop*, dan *Evaluate*. Produk ini diproduksi sesuai dengan langkah-langkah penelitian dan pengembangan berikut.

1. Tahap *Decide*

Tahap penentuan (*decide*) dilakukan untuk mengumpulkan informasi awal melalui penyebaran angket kebutuhan kepada guru serta studi literatur sesuai dengan produk yang dikembangkan. Angket kebutuhan guru dan siswa dilakukan untuk mengetahui bagaimana pemahaman, proses pembelajaran dan pendapat mereka tentang platform digital pada pembelajaran fisika, pendekatan pembelajaran mendalam, STEAM dan multiple representasi. Penyebaran angket dilakukan secara terstruktur dan terbuka pada bulan April 2025 kepada perwakilan guru fisika SMA di Jabodetabek sebanyak 24 sekolah. Hasil angket yang telah dilakukan menunjukkan bahwa guru masih belum menguasai pembelajaran mendalam, guru telah menggunakan platform digital dalam proses pembelajaran namun penggunaannya masih belum dilakukan secara maksimal, guru merasa perlu mengintegrasikan pendekatan STEAM dan Multiple Representasi, oleh karena itu pengembangan platform digital sangat dibutuhkan karena kurikulum yang berlaku saat ini menuntut guru sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran yang bisa memberikan materi dalam berbagai format, meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, memfasilitasi pembelajaran Fisika yang lebih interaktif dan mendalam, memiliki keterampilan dalam mengintegrasikan pendekatan pembelajaran dengan teknologi digital dalam pembelajaran fisika dan menciptakan suasana belajar yang dapat membuat semua siswa berperan aktif sesuai dengan kemampuannya selama proses pembelajaran.

2. Tahap *Design*

Tahapan ini menghasilkan rancangan struktur dan antarmuka platform. Desain awal mencakup dua modul utama: **Kesatu** Menentukan Materi Pembelajaran, Sebelum menentukan materi pembelajaran yang akan dikembangkan, terlebih dahulu dilakukan analisis mengenai materi apa saja yang dapat diintegrasikan dengan pembelajaran mendalam dan STEAM melalui pendekatan multipel representasi. Materi yang dimaksud adalah materi fisika di SMA yang dapat dibuat ke dalam modul ajar dengan memperhatikan aspek verbal, matematis, grafis dan visual serta dikaitkan dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Sebetulnya sebagian besar materi fisika dapat dibuat ke dalam kriteria tersebut, namun setelah dilakukan penyaringan terhadap materi Fisika di kelas 10, 11 dan 12, ditemukan materi-materi yang cocok yaitu materi Pengukuran, Kecepatan & Percepatan, Hukum Hooke, Bandul Matematis, Pemuaian Panjang, Listrik Statis, Listrik Dinamis, Optik, Gaya Lorentz dan Rangkaian RLC. Materi tersebut dipilih karena materi-materi tersebut merupakan materi yang termasuk dalam kelompok Fisika dasar 1 dan 2 dan sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari, seperti kegiatan pengukuran besaran massa yang dilakukan dalam kegiatan jual beli. Selain itu, materi-materi tersebut dapat dituangkan dalam bentuk gambar, disimulasikan dalam bentuk grafik dan dipraktekkan menggunakan virtual lab, untuk kemudian dibuat modul pembelajaran dan dimasukkan dalam platform digital.

Kedua Desain awal, Platform digital ini dirancang sebagai platform alternatif yang dapat digunakan oleh guru dan siswa sebagai platform pendamping dalam proses pembelajaran fisika yang dapat diakses di mana saja dan kapan saja. Dalam proses perancangan tersebut, pendekatan pembelajaran mendalam, STEAM, dan Multiple Representasi diintegrasikan untuk memperkaya pengalaman belajar. Pembelajaran mendalam memastikan siswa memahami konsep secara komprehensif, bukan hanya menghafal. Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) mendorong keterhubungan lintas disiplin ilmu dan

penerapannya dalam kehidupan nyata Sementara itu, strategi Multiple Representasi memungkinkan konsep-konsep abstrak dijelaskan melalui berbagai bentuk seperti teks, gambar, simulasi, video, maupun eksperimen virtual. Dengan kombinasi ketiga pendekatan ini, maka aktivitas alur pembelajaran yang telah dirancang dapat dilihat dalam tabel 1

Tabel 1 Alur aktivitas pembelajaran

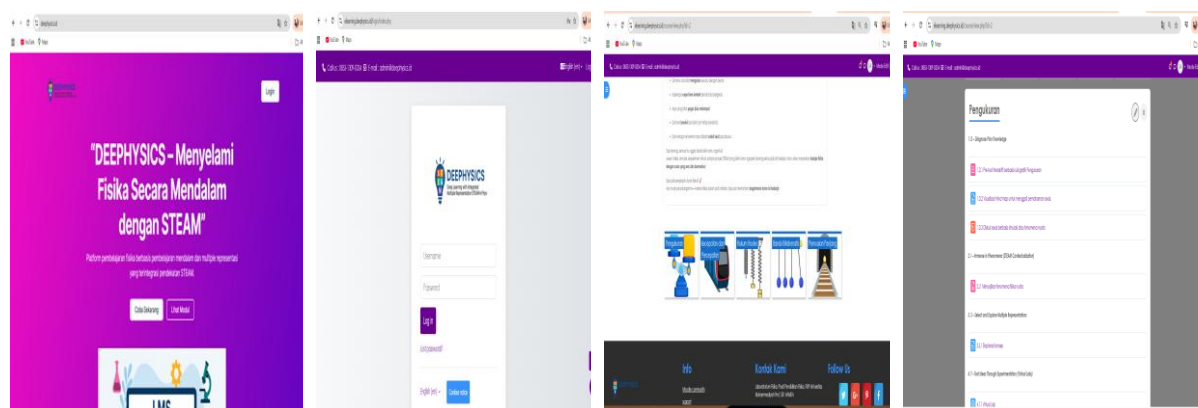
Tahap	Aktivitas Peserta Didik	Media/Tools	Tujuan
1. D – Diagnose Prior Knowledge	Menjawab kuis & membuat peta konsep	Kuis interaktif, fitur mind map	Aktivasi pengetahuan awal
2. I – Immerse in Phenomena (STEAM Contextualization)	Menonton video: "Mengukur Panjang Kapal dengan Alat Ukur"	Video kontekstual	Mengaitkan fisika dengan kehidupan nyata
3. S – Select and Explore Multiple Representations	Menjelajahi video, grafik, tabel satuan & alat ukur	Simulasi interaktif, gambar, animasi	Pemahaman dari berbagai sudut
4. T – Test Ideas Through Experimentation (Virtual Labs)	Melakukan simulasi mengukur massa, volume, waktu	Simulasi PhET/HTML5	Meningkatkan keterampilan ilmiah
5. E – Engineer Solutions (Project-Based Task)	Mendesain alat ukur sederhana dari benda bekas	LMS project space	Mengembangkan kreativitas dan aplikatif
6. A – Articulate Understanding (Presentation & Reflection)	Membuat video atau poster hasil proyek	Editor poster, upload media	Komunikasi ilmiah dan refleksi
7. M – Measure & Reflect (Assessment and Feedback Loop)	Kuis adaptif, peer review proyek	LMS quiz + peer assessment	Evaluasi formatif dan sumatif

Pada tahap desain awal, evaluasi juga dilakukan. Evaluasi pada tahap desain awal dilakukan untuk memastikan bahwa platform digital yang pilih, alur pembelajaran yang telah dirancang dan modul pembelajaran yang telah didesain sesuai dengan tujuan produk yang akan dikembangkan. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan perbaikan kekurangan-kekurangan yang ditemukan sebelum memasuki tahap pengembangan.

3. Development

3.1. Produk awal

Produk awal dalam penelitian ini dikembangkan berdasarkan rancangan yang telah disusun pada tahap perancangan sebelumnya. Berikut disajikan komponen-komponen dari produk awal yang dihasilkan, terdapat pada gambar 1 di bawah ini



Gambar 1

Halaman utama, login ,materi dan aktivitas pembelajaran

Pada halaman Login terdapat kotak login berisi kolom untuk memasukkan username dan password pengguna. Selain itu, pada bagian atas halaman terdapat kontak yang bisa dihubungi, nomor telepon dan juga email. Tampilan halaman login pada platform digital "DEEPHYSICS". Untuk platform digital DEEPHYSICS, materi yang disajikan dibagi menjadi 2 kategori, yaitu Fisika Dasar 1 dan Fisika Dasar 2. Pada bagian ini menampilkan informasi tentang pengantar materi setiap kategori dan judul-judul materinya, dimana setiap kategori terdapat 5 judul materi. Sedangkan bagian terpenting yang terdapat dalam platform digital DEEPHYSICS karena berisi alur aktivitas pembelajaran dalam setiap materi pembelajaran.

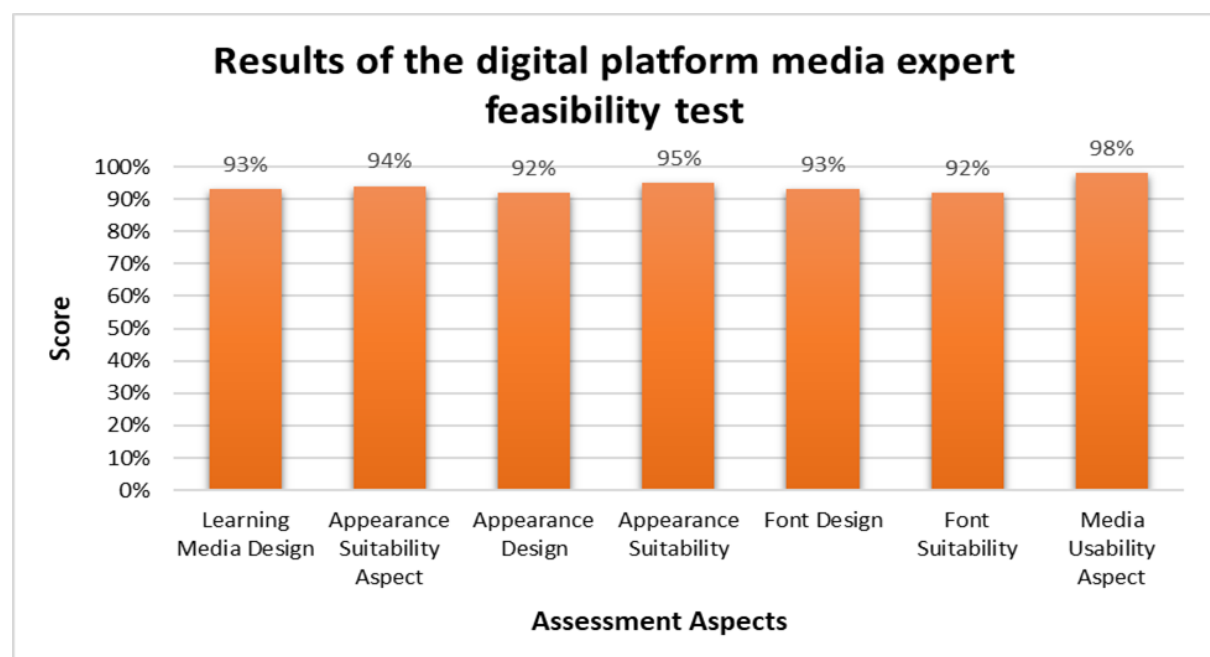
3.2. Validasi Produk

Pada tahap pengembangan ini, dilakukan juga validasi terhadap platform digital yang telah dikembangkan. Validasi produk dilakukan untuk mengetahui keabsahan produk yang dikembangkan. Uji validitas

dilakukan oleh 4 ahli, yaitu 1 dosen teknik informatika dari Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA dan 1 dosen pendidikan fisika dari Universitas Nurul Huda untuk validasi pada aspek media dan 2 dosen pendidikan fisika masing-masing dari Universitas Negeri Makasar dan Universitas Lampung untuk validasi pada aspek materi. Validasi ini juga dilakukan untuk menentukan kelayakan produk yang dikembangkan sebelum diujicobakan pada peserta didik. Data dari hasil penilaian validasi ahli media, di mana persentase rata-rata penilaian kelayakan produk adalah 93,85% dengan kategori sangat layak. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 2 dan gambar 2.

Tabel 2 Hasil uji kelayakan ahli media platform digital

Aspek Penilaian	Respon	
	Skor	Kategori Kualitatif
Desain Media Pembelajaran	93%	Sangat Layak
Aspek Kelayakan Tampilan	94%	Sangat Layak
Desain Tampilan	92%	Sangat Layak
Kesesuaian Tampilan	95%	Sangat Layak
Desain Huruf	93%	Sangat Layak
Kesesuaian Huruf	92%	Sangat Layak
Aspek Kemanfaatan Media	98%	Sangat Layak



Gambar 2 Hasil uji kelayakan ahli media platform digital

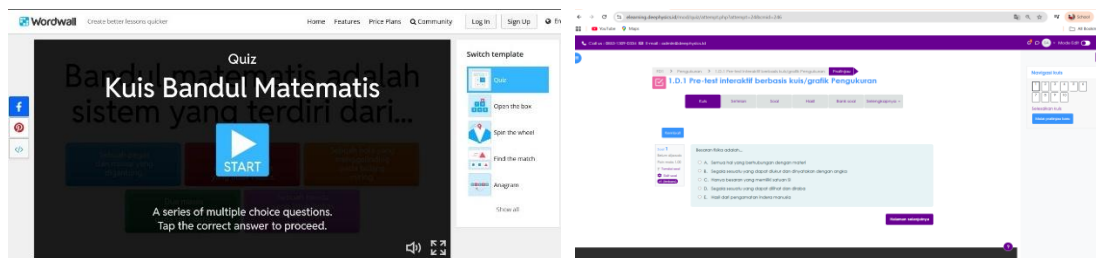
Sedangkan data dari hasil penilaian validasi ahli materi, di mana persentase rata-rata penilaian kelayakan produk adalah 79% dengan kategori sangat layak. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 3 .

Tabel 3 Hasil uji kelayakan ahli materi platform digital

Aspek Penilaian	Respon	
	Skor	Kategori Kualitatif
Aspek Kelayakan Isi	80%	Sangat Layak
Aspek Kelayakan Penyajian	79%	Sangat Layak
Aspek Kelayakan Bahasa	78%	Sangat Layak

3.3 Revisi Produk

Tahap ini dilakukan dengan melakukan revisi terhadap produk platform digital berdasarkan masukan dan saran dari validator baik media maupun materi. Tahap ini juga merupakan bagian dari evaluasi pada tahap pengembangan. Berdasarkan hasil validasi kelayakan platform digital ini, beberapa masukan dan saran yang diperoleh dari validator, yaitu pretes sebaiknya tetap menggunakan platfom yang sama/tidak keluar dari platform.



Gambar 3 Tampilan sebelum pretes pada platform dan Tampilan setelah pretes pada platform

3.4 Uji coba skala kecil Dan skala besar

Setelah dilakukan revisi terhadap platform digital, kemudian tahap selanjutnya adalah melakukan uji coba kecil terhadap siswa SMA di Jabodetabek kelas XI dengan jumlah 40 peserta didik. Uji coba skala kecil ini bertujuan untuk mengetahui reaksi atau komentar siswa terhadap platform digital. Aspek respon siswa meliputi intensitas penggunaan platform, materi pada platform, kelengkapan fitur pada platform dan motivasi. Data dari hasil uji coba skala kecil mendapatkan persentase rata-rata sebesar 81% dengan kategori sangat layak. Hasil uji coba skala kecil dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4 Hasil uji coba skala kecil terhadap platform digital

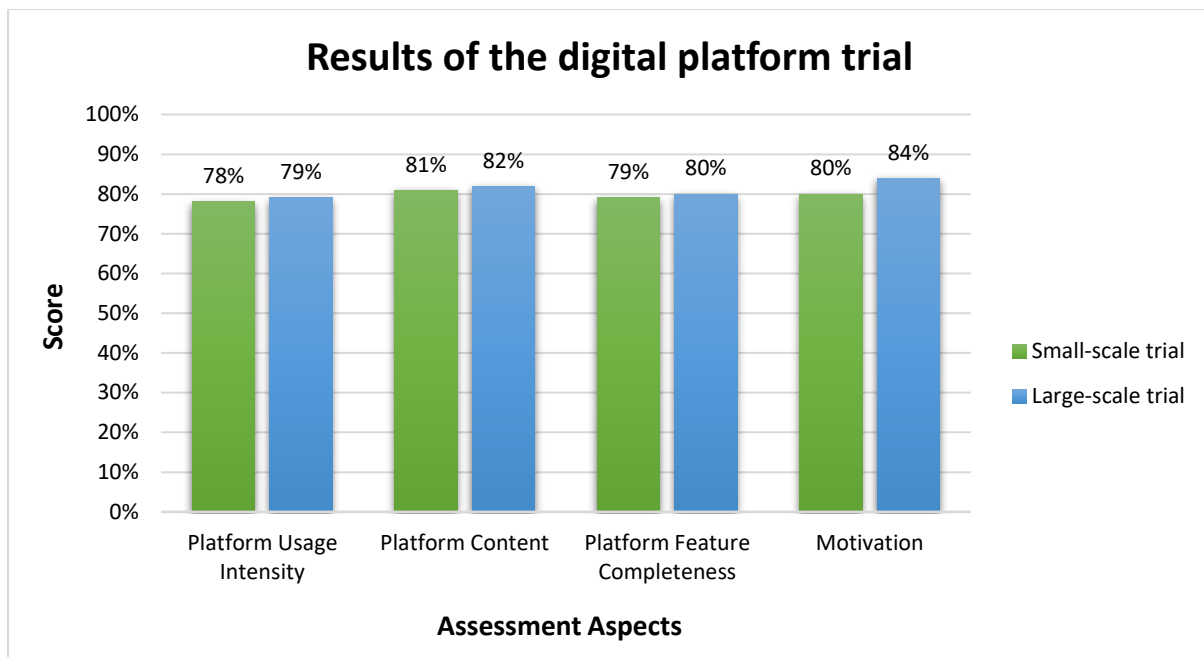
Aspek Penilaian	Respon	
	Skor	Kategori Kualitatif
Aspek Intensitas Penggunaan Platform	78%	Sangat Layak
Aspek Materi pada Platform	81%	Sangat Layak
Aspek Kelengkapan Fitur pada Platform	79%	Sangat Layak
Aspek Motivasi	80%	Sangat Layak

Setelah dilakukan uji coba skala kecil, tahap selanjutnya adalah melakukan uji coba skala besar terhadap siswa SMA di Jabodetabek kelas XI dengan jumlah 347 siswa. Uji coba skala besar ini bertujuan untuk mengetahui reaksi atau komentar siswa terhadap platform digital berdasarkan revisi yang dilakukan pada uji coba skala kecil. Aspek respon siswa meliputi intensitas penggunaan platform, materi pada platform, kelengkapan fitur pada platform dan motivasi. Data dari hasil uji coba skala besar mendapatkan persentase rata-rata sebesar 80% dengan kategori sangat layak. Hasil uji coba skala besar dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil uji coba skala besar terhadap platform digital

Aspek Penilaian	Respon	
	Skor	Kategori Kualitatif
Aspek Intensitas Penggunaan Platform	79%	Sangat Layak
Aspek Materi pada Platform	82%	Sangat Layak
Aspek Kelengkapan Fitur pada Platform	80%	Sangat Layak
Aspek Motivasi	84%	Sangat Layak

Sebagian besar peserta didik dengan skor 82% menyatakan bahwa penggunaan multipel representasi dalam platform membantu mereka memahami keterkaitan antara rumus, grafik, dan fenomena fisik. Adapun hasil uji coba skala kecil dan uji skala besar secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada gambar 4



Gambar 4 Hasil uji coba skala kecil- besar terhadap platform digital

4. Tahap *Evaluate*

Tahap evaluasi dilakukan pada setiap tahap penelitian dan pengembangan. Tahap ini dilakukan untuk mengevaluasi platform digital yang dikembangkan dengan melakukan uji coba kelompok besar terhadap siswa SMA di Jabodetabek kelas XI dengan jumlah siswa. Pada tahap evaluasi juga dilakukan penyebaran kuesioner kepada guru untuk mengetahui respon guru terhadap platform digital yang telah dikembangkan. Selanjutnya untuk melihat efektifitas platform digital yang telah dikembangkan, dilakukan penyebaran kuesioner kepada siswa SMA di Jabodetabek sebanyak 347 siswa. Efektivitas yang dimaksud adalah bagaimana platform digital dapat diterima oleh siswa, menarik, mudah untuk digunakan dan bermanfaat dalam proses pembelajaran fisika.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Platform Digital Multipel Representasi (PDMR) yang dikembangkan melalui model DDDE / 3DE (Decide, Design, Develop, Evaluate) memiliki tingkat kelayakan yang tinggi baik dari aspek media maupun materi. Validasi ahli menunjukkan rata-rata kelayakan sebesar 79 % dengan kategori sangat layak, sedangkan uji coba terhadap mahasiswa menghasilkan respon positif sebesar 80% dengan kategori sangat baik. Data tersebut menunjukkan bahwa integrasi antara pendekatan multipel representasi dan pembelajaran berbasis STEAM dalam platform digital dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam, interaktif, dan bermakna.

Kelayakan yang tinggi pada aspek media mencerminkan keberhasilan **tahap Design dan Develop** dalam model DDDE. Desain antarmuka yang dikembangkan memanfaatkan prinsip estetika dan navigasi yang intuitif, sehingga memudahkan mahasiswa mengeksplorasi representasi konseptual, matematis, dan visual secara bersamaan. Hal ini sejalan dengan temuan Ainsworth yang menegaskan bahwa penggunaan berbagai representasi dalam pembelajaran fisika mampu memperkuat integrasi pengetahuan konseptual dan procedural. Dalam konteks pembelajaran medan elektromagnetik yang sarat dengan simbol dan fenomena abstrak, keberadaan multipel representasi menjadi jembatan penting untuk membangun pemahaman konseptual yang utuh.

Selain itu, tahap **Develop** berperan penting dalam memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga relevan dengan karakteristik mahasiswa abad ke-21. Integrasi fitur seperti simulasi interaktif, visualisasi 3D, dan proyek kolaboratif berbasis STEAM memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk berperan aktif dalam proses konstruksi pengetahuan. Temuan ini menguatkan pandangan Jonassen bahwa media digital harus dirancang sebagai *constructivist learning environment* yang memungkinkan peserta didik membangun makna melalui eksplorasi, refleksi, dan pemecahan masalah autentik.

Tahap **Evaluate** dalam model DDDE/ 3DE membuktikan pentingnya proses umpan balik berkelanjutan dari ahli dan pengguna. Validasi ahli memastikan kualitas isi dan fungsionalitas platform, sementara uji coba mahasiswa memberikan masukan terhadap aspek pengalaman pengguna (*user experience*). Proses evaluasi ini menjadikan pengembangan platform tidak hanya berbasis teknologi, tetapi juga berbasis pedagogi. Dengan demikian, model DDDE terbukti efektif sebagai pendekatan sistematis dalam pengembangan media pembelajaran digital yang responsif terhadap kebutuhan pengguna, sebagaimana ditegaskan oleh Alessi dan Trollip.

Dari perspektif pembelajaran berbasis STEAM, PDMR berperan penting dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif mahasiswa. Setiap modul pembelajaran dirancang tidak hanya

untuk memahami konsep fisika secara teoritis, tetapi juga untuk menerapkannya dalam proyek desain sederhana yang melibatkan aspek sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika. Hal ini sejalan dengan gagasan Perignat dan Katz-Buonincontro bahwa integrasi STEAM mampu menciptakan pengalaman belajar yang holistik melalui proses *creative inquiry* dan *design thinking*. Dengan demikian, platform ini mendorong mahasiswa untuk tidak hanya memahami konsep, tetapi juga menciptakan solusi dan karya inovatif berbasis sains.

Selain meningkatkan pemahaman konseptual, penggunaan multipel representasi dalam konteks STEAM juga memperkuat terwujudnya pembelajaran mendalam (*deep learning*). Mahasiswa diajak untuk menghubungkan pengetahuan lama dengan konteks baru, melakukan refleksi terhadap proses berpikirnya, serta mengaitkan konsep teoretis dengan aplikasi dunia nyata. Kondisi ini menunjukkan terciptanya *meaningful learning* sebagaimana dikemukakan oleh Biggs dan Tang, di mana proses belajar tidak hanya bersifat reproduktif tetapi juga transformasional.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini kombinasi antara model DDDE/3DE, pendekatan STEAM, dan konsep multipel representasi merupakan inovasi yang memiliki kontribusi teoretis dan praktis yang signifikan dalam bidang teknologi pendidikan sains. Secara teoretis, penelitian ini memperluas penerapan model DDDE/3DE yang semula banyak digunakan untuk pengembangan multimedia, menjadi kerangka yang efektif untuk pengembangan platform pembelajaran digital berbasis multipel representasi. Secara praktis, hasil pengembangan platform ini memberikan alternatif inovatif bagi pendidik / guru dan pengembang pendidikan dalam mendesain pembelajaran fisika yang lebih interaktif, kolaboratif, dan kreatif.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Platform Digital Multipel Representasi yang dikembangkan tidak hanya layak digunakan, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas pembelajaran fisika berbasis STEAM. Platform ini dapat menjadi model awal untuk pengembangan sistem pembelajaran digital serupa pada bidang sains lainnya, terutama yang menuntut integrasi antara pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir kreatif-kritis peserta didik.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran melalui BIMA.

Adapun status luaran wajib berupa artikel internasional terindeks Scopus Q3 yang telah terbit di International Journal of Innovative Research and Scientific Studies (IJIRSS) pada volume 8(12) 2025, pages: 1-10 dengan link DOI: 10.53894/ijirss.v8i12.10983 atau <https://ijirss.com/index.php/ijirss/issue/view/43>

Sedangkan luaran tambahan nya berupa hak kekayaan intelektual (HAKI) dan telah terbit dengan nomor EC002025138450, 23 September 2025

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* serta unggah bukti dokumen pendukung sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra dapat diunggah melalui BIMA.

Catatan:

Bagian ini wajib diisi untuk penelitian terapan, untuk penelitian dasar (Fundamental, Pascasarjana, PKDN, Dosen Pemula) boleh mengisi bagian ini (tidak wajib) jika melibatkan mitra dalam pelaksanaan penelitiannya

.....
.....
.....
.....
.....

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Adapun kendala dalam pelaksanaan penelitian ini adalah jadwal penelitian yang berdekatan dengan kegiatan akademik lainnya sehingga menyebabkan beberapa tahapan, seperti observasi dan pengumpulan data, dilakukan dalam waktu yang relatif singkat namun masih sesuai timeline. Kendala lain pada faktor eksternal yaitu perubahan jadwal sekolah, kegiatan mendadak di lokasi penelitian menyebabkan penyesuaian prosedur penelitian di lapangan. Selain itu, kualitas koneksi internet pada sekolah tempat penelitian yang tidak merata menjadi kendala dalam penelitian ini.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian selanjutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Prahani, B. K., Deta, U. A., Lestari, N. A., Yantidewi, M., Rjauhariyah, M. N., Kelelufna, V. P., Siswanto, J., Misbah, M., Mahtari, S., & Suyidno, S. (2021). A profile of physics multiple representation ability of senior high school students on heat material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1760(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1760/1/012020>
2. T. I. Hartini, I. R. Ermawati, M. Martin, N. N. Sari, N. D. Septiyani, and E. Sagita, “Effectiveness of Multiple Representation-Based Mechanics Lectures Using YouTube Video Content on Concept Mastery,” *J. Penelit. Pembelajaran Fis.*, vol. 15, no. 3, pp. 317–323, 2024, doi: 10.26877/jp2f.v15i3.18319.
3. Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
4. S. Khairillah and T. I. Hartini, “The Effect of Collaborative Teamwork Learning Model on Work and Energy Matter Based of Multi Representations on Physics Learning Outcomes,” *Omega J. Fis. dan Pendidik. Fis.*, vol. 6, no. 2, pp. 14–20, 2020.
5. V. R. Wardani, N. R. Dewi, and S. B. Waluya, “Implementasi Model Challenge Based Learning Terintegrasi STEAM terhadap Kemampuan Representasi Matematis Siswa,” in *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2024, pp. 559–569. [Online]. Available: <https://proceeding.unnes.ac.id/prisma>.
6. I. Budiati, M. S. Hayat, and S. Fatonah, “Potensi Integrasi STEAM-SDGs dalam Pembelajaran Proyek IPAS di SMK Bina Utama Kendal,” *J. Pendidik. MIPA*, vol. 15, no. Maret, pp. 148–155, 2020, doi: <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i1.2451>.
7. Hidayat, A., Rahmawati, D., & Purwanti, R. (2023). Digital learning challenges in science education: Between conceptual understanding and technological adaptation. *Journal of Physics Education Research*, 11(2), 45–58.
8. Beers, S. Z. (2011). *21st Century Skills: Preparing Students for Their Future*. Columbus: Pearson.
9. Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072–1086.
10. Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (2001). *Multimedia for Learning: Methods and Development* (3rd ed.). Boston: Allyn & Bacon. Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2003). *Educational Research: An Introduction* (7th ed.). Boston: Pearson.
11. Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D)*. Bandung: Alfabeta.
12. Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Bloomington: Indiana University.

13. Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
14. Jonassen, D. H. (1999). *Designing Constructivist Learning Environments*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
15. Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43
16. Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. McGraw-Hill Education.
17. dst.

- [1] L. Wu and T. Li, "Nexus of Faculty Feedback Quality and Students' Deep Approaches to Learning in General Education: A Mixed-Methods Study," *SAGE Open*, vol. 15, no. 1, pp. 1-13, 2025, doi: 10.1177/21582440251328081.
- [2] E. M. Alwafi, "The Effect of Learner-Generated Digital Materials on Learners' Deep Learning Approach and Self-Efficacy," *J. Educ. e-Learning Res.*, vol. 10, no. 3, pp. 415-420, 2023, doi: 10.20448/jeelr.v10i3.4755.
- [3] D. F. Irawan, A. Dzakiroh, D. A. P. Pradana, D. A. A. Saputri, and F. S. Murron, "Creative Teacher's Dictionary: Enhancing Teacher Competence in Creating Learning Media to Support Indonesia's SDGs Program," *Inov. Kurikulum*, vol. 21, no. 1, pp. 109-124, 2024, doi: 10.17509/jik.v21i1.62921.
- [4] D. Anggraini and S. Nugraheni, "Menuju Pendidikan Berkelanjutan: Implementasi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dalam Mewujudkan Pendidikan Berkualitas di Indonesia," *J. Penelit. Pendidik. Indones.*, vol. 1, pp. 189-190, 2024.
- [5] D. H. Ratnasari and N. Nugraheni, "Peningkatan Kualitas Pendidikan di Indonesia dalam Mewujudkan Program Sustainable Development Goals (SDGs)," *J. Citra Pendidik.*, vol. 4, no. 2, pp. 1652-1665, 2024, doi: 10.38048/jcp.v4i2.3622.
- [6] T. I. Hartini, I. R. Ermawati, M. Martin, N. N. Sari, N. D. Septiyani, and E. Sagita, "Effectiveness of Multiple Representation-Based Mechanics Lectures Using YouTube Video Content on Concept Mastery," *J. Penelit. Pembelajaran Fis.*, vol. 15, no. 3, pp. 317-323, 2024, doi: 10.26877/jp2f.v15i3.18319.
- [7] S. Khairillah and T. I. Hartini, "The Effect of Collaborative Teamwork Learning Model on Work and Energy Matter Based of Multi Representations on Physics Learning Outcomes," *Omega J. Fis. dan Pendidik. Fis.*, vol. 6, no. 2, pp. 14-20, 2020.
- [8] V. R. Wardani, N. R. Dewi, and S. B. Waluya, "Implementasi Model Challenge Based Learning Terintegrasi STEAM terhadap Kemampuan Representasi Matematis Siswa," in *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2024, pp. 559-569. [Online]. Available: <https://proceeding.unnes.ac.id/prisma>.
- [9] I. Budiati, M. S. Hayat, and S. Fatonah, "Potensi Integrasi STEAM-SDGs dalam Pembelajaran Proyek IPAS di SMK Bina Utama Kendal," *J. Pendidik. MIPA*, vol. 15, no. Maret, pp. 148-155, 2020, doi: <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i1.2451>.
- [10] W. K. Mubarak and S. Anugrah, "Analisis Media Pembelajaran Berbasis Virtual Reality melalui Pendekatan STEAM guna Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik SMA," *AL-IRSYAD J. Psysics Educ.*, vol. 3, no. 2, pp. 57-68, 2024.
- [11] M. Shchevliagin and D. Koroleva, "Four Scenarios of Personalized Learning Integration Mediated by A Digital Platform," *Turkish Online J. Distance Educ.*, vol. 25, no. 2, pp. 76-95, 2024, doi: 10.17718/tojde.1267577.
- [12] D. Vaillant, E. Rodríguez Zidán, and G. Bentancor-Biagas, "Plan CEIBAL and the Incorporation of Digital Tools and Platforms in the Teaching of Mathematics According to the Teachers' Perceptions," *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 17, no. 12, pp. 1-11, 2021, doi: 10.29333/ejmste/11307.

- [13] J. M. Czum, "Dive Into Deep Learning," *J. Am. Coll. Radiol.*, vol. 17, no. 5, pp. 637-638, 2020, doi: 10.1016/j.jacr.2020.02.005.
- [14] X.-Y. Wu, "Exploring the Effects of Digital Technology on Deep Learning: A Meta-Analysis," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 29, no. 1, pp. 425-458, 2024, doi: 10.1007/s10639-023-12307-1.
- [15] S. Hastuti, A. Ansar, and N. Hermawan, "Penerapan Teknologi Deep Learning dalam Pendidikan Digital," *J. Penelit. Ilmu Pendidik. Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 359-365, 2025.
- [16] Ş. Atahan and S. M. Uyangor, "DDD-E Model: Teaching Four Arithmetic Operations in Decimal Expressions Using the Problem-Based Learning Approach," *J. Educ. Technol. Online Learn.*, vol. 4, no. 4, pp. 759-773, 2021, doi: 10.31681/jetol.1019499.
- [17] Y. Nursakinah, E. C. Prima, and R. R. Agustin, "The Development of FunLABS Android-Based Application Using Unity Software as Learning Media to Explore Students' Motivation on Acid, Base, and Salt Topic," *J. Sci. Learn.*, vol. 6, no. 2, pp. 204-215, 2023, doi: 10.17509/jsl.v6i2.50447.
- [18] T. I. Hartini and M. Martin, "The Influence of Multiple Representation-Based Online Lectures Using Geogebra on Understanding of Students' Thermodynamics Concepts During the Covid-19 Pandemic Period," *AL-ISHLAH J. Pendidik.*, vol. 14, no. 4, pp. 5531-5536, 2022, doi: 10.35445/alishlah.v14i4.1924.
- [19] T. I. Hartini and M. Martin, "Implementation of Multiple Representation Tests in The Evaluation of Electronics Courses," *PERJ Phys. Educ. Res. J.*, vol. 4, no. 1, pp. 13-16, 2022, doi: 10.21580/perj.2022.4.1.10918.
- [20] M. Waruwu, "Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan," *J. Ilm. Profesi Pendidik.*, vol. 9, no. 2, pp. 1220-1230, 2024, doi: 10.29303/jipp.v9i2.2141.
- [21] F. A. Slamet, *Model Penelitian Pengembangan (R n D)*. Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang, 2022.
- [22] F. H. Nasution, Risnita, M. S. Jailani, and R. Junaidi, "Kombinasi (Mixed-Methods) dalam Praktis Penelitian Ilmiah," *J. Genta Mulia*, vol. 15, no. 2, pp. 251-256, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/gm.>]

LAMPIRAN

PERNYATAAN KESANGGUPAN PELAKSANAAN DAN PENYUSUNAN LAPORAN PENELITIAN

Saya yang bertanda-tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Tri Isti Hartini, M.Pd.
NIDN : 0313097506
Instansi : UHAMKA

Sehubungan dengan Kontrak Penelitian:

Tanggal Kontrak Induk* : 28 Mei 2025
Nomor Kontrak Induk* : 124/C3/DT.05.00/PL/2025
Tanggal Kontrak Turunan** : 4 Juni 2025, 5 Juni 2025
Nomor Kontrak Turunan** : 0992/LL3/AL.04/2025, 306/F.03.07/2025
Judul Penelitian : Inovasi Platform Digital untuk Meningkatkan Pembelajaran
Mendalam dengan Pendekatan Multipel Representasi
Terintegrasi STEAM dalam Mencapai SDGs Pendidikan
Berkualitas
Tahun Usulan : 2025
Tahun Pelaksanaan : 2025
Jangka Waktu Penelitian : 1 tahun
Periode Penelitian : Tahun ke 1 dari 1 tahun*
Dana Penelitian :

Periode	Dana Penelitian (Rp)	Dana Tambahan (Rp)
Tahun ke-1	Rp 86.460.000,-	-

Dengan ini menyatakan bahwa Saya bertanggungjawab penuh untuk menyelesaikan penelitian serta mengunggah laporan kemajuan dan laporan akhir penelitian sebagaimana diatur dalam Kontrak Penelitian tersebut di atas.

Apabila sampai dengan masa penyelesaian pekerjaan sebagaimana diatur dalam Kontrak Penelitian tersebut di atas saya lalai/cidera janji/wanprestasi dan/atau terjadi pemutusan Kontrak Penelitian, saya bersedia untuk mengembalikan/menyetorkan kembali uang ke kas negara sebesar nilai sisa pekerjaan yang belum ada prestasinya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 10 Juni 2025



(Dr. Tri Isti Hartini, M.Pd.)



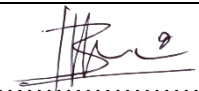
Keterangan:

*diisi tanggal dan nomor Kontrak Induk antara DRTPM Kemdikbudristek dengan LP/LPPM Perguruan Tinggi Negeri atau LLDIKTI

****Kontrak Turunan:**

- Untuk Perguruan Tinggi Negeri diisi tanggal dan nomor kontrak antara LP/LPPM Perguruan Tinggi dengan Peneliti
- Untuk Perguruan Tinggi Swasta diisi tanggal dan nomor kontrak LLDIKTI dg PTS dan PTS dengan Peneliti yang dipisahkan dengan tanda koma(,)



6	Dede Padli		
---	------------	--	--



LAMPIRAN KEUANGAN

BAHAN

Tanggal	No Kwitansi	Item	Harga (Rp)	Satuan	Volume	Jumlah (Rp)	Pajak
18/07/2025	01	Belanja ATK perencanaan	500.000	Paket	1	500.000	
22/07/2025	08	Belanja ATK studi pendahuluan	500.000	Paket	2	1.000.000	
24/07/2025	11	Belanja ATK pengembangan	500.000	Paket	3	1.500.000	
07/08/2025	18	Belanja ATK implementasi	500.000	Paket	3	1.500.000	
14/08/2025	91	Belanja ATK analisis temuan dan evaluasi hasil	500.000	Paket	2	1.000.000	
Jumlah Bahan						5.500.000	

PENGUMPULAN DATA

Tanggal	No Kwitansi	Item	Harga (Rp)	Satuan	Volume	Jumlah (Rp)	Pajak
18/07/2025	02	Konsumsi rapat analisis perencanaan ke-1	20.000	OH	7	140.000	
21/07/2025	04	Konsumsi rapat analisis perencanaan ke-2	20.000	OH	7	140.000	
21/07/2025	05	HR petugas survei selama 2 pekan Nanda	50.000	OH/OR	2	100.000	
21/07/2025	06	HR petugas survei selama 2 pekan Martin	50.000	OH/OR	2	100.000	
22/07/2025	09	Konsumsi rapat analisis studi pendahuluan	20.000	OH	7	140.000	
25/07/2025	12	HR pembantu peneliti selama 2 pekan Elsa	50.000	OJ	2	100.000	
25/07/2025	13	HR pembantu peneliti selama 2 pekan Padli	50.000	OJ	2	100.000	
07/08/2025	19	Konsumsi untuk guru-guru pengguna <i>Platform</i> Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Depok	20.000	OH	10	200.000	
07/08/2025	20	Transport pengumpulan data di wilayah Depok Isti	50.000	OK (kali)	1	50.000	
07/08/2025	21	Transport pengumpulan data di wilayah Depok Imas	50.000	OK (kali)	1	50.000	
07/08/2025	22	Transport pengumpulan data di wilayah Depok Martin	50.000	OK (kali)	1	50.000	
07/08/2025	23	Transport pengumpulan data di wilayah Depok Nanda	50.000	OK (kali)	1	50.000	

07/08/2025	24	Transport pengumpulan data di wilayah Depok Elsa	50.000	OK (kali)	1	50.000	
07/08/2025	25	Transport pengumpulan data di wilayah Depok Padli	50.000	OK (kali)	1	50.000	
07/08/2025	26	Transport pengumpulan data di wilayah Depok Syifa	50.000	OK (kali)	1	50.000	
07/08/2025	27	Penginapan pada tempat pengumpulan data di wilayah Depok dan Bogor berupa Reddoorz sebanyak 3 kamar selama 2 malam	250.000	OH	6	2.094.344	
07/08/2025	28	HR pembantu lapangan di wilayah Depok Tsania	50.000	OH	1	50.000	
07/08/2025	29	HR pembantu lapangan di wilayah Depok Bapak Agus (<i>Cleaning Service</i>)	50.000	OH	1	50.000	
07/08/2025	30	HR pembantu lapangan di wilayah Depok Bapak Ian (<i>Cleaning Service</i>)	50.000	OH	1	50.000	
07/08/2025	31	HR pembantu lapangan di wilayah Depok Bapak Broto (Satpam)	50.000	OH	1	50.000	
07/08/2025	32	HR pembantu lapangan di wilayah Depok Bapak Rohmat (Satpam)	50.000	OH	1	50.000	
08/08/2025	34	Konsumsi untuk guru-guru pengguna <i>Platform</i> Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Bogor	20.000	OH	10	200.000	
08/08/2025	35	Transport pengumpulan data di wilayah Bogor Isti	100.000	OK (kali)	1	100.000	
08/08/2025	36	Transport pengumpulan data di wilayah Bogor Imas	100.000	OK (kali)	1	100.000	

08/08/2025	37	Transport pengumpulan data di wilayah Bogor Martin	100.000	OK (kali)	1	100.000	
08/08/2025	38	Transport pengumpulan data di wilayah Bogor Nanda	100.000	OK (kali)	1	100.000	
08/08/2025	39	Transport pengumpulan data di wilayah Bogor Elsa	100.000	OK (kali)	1	100.000	
08/08/2025	40	Transport pengumpulan data di wilayah Bogor Padli	100.000	OK (kali)	1	100.000	
08/08/2025	41	Transport pengumpulan data di wilayah Bogor Shofaunada	100.000	OK (kali)	1	100.000	
08/08/2025	42	HR pembantu lapangan di wilayah Bogor Rayya	50.000	OH	1	50.000	
08/08/2025	42	HR pembantu lapangan di wilayah Bogor Bapak Saeful (<i>Cleaning Service</i>)	50.000	OH	1	50.000	
08/08/2025	44	HR pembantu lapangan di wilayah Bogor Bapak Endang (<i>Cleaning Service</i>)	50.000	OH	1	50.000	
08/08/2025	45	HR pembantu lapangan di wilayah Bogor Bapak Kosim (Satpam)	50.000	OH	1	50.000	
08/08/2025	46	HR pembantu lapangan di wilayah Bogor Bapak Udin (Satpam)	50.000	OH	1	50.000	
10/08/2025	48	Penginapan pada tempat pengumpulan data di wilayah Bekasi berupa Reddoorz sebanyak 3 kamar selama 2 malam	250.000	OH	6	1.500.000	

11/08/2025	49	Konsumsi untuk guru-guru pengguna <i>Platform</i> Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Bekasi	20.000	OH	20	400.000	
11/08/2025	50	Transport pengumpulan data di wilayah Bekasi Isti	100.000	OK (kali)	1	100.000	
11/08/2025	51	Transport pengumpulan data di wilayah Bekasi Imas	100.000	OK (kali)	1	100.000	
11/08/2025	52	Transport pengumpulan data di wilayah Bekasi Martin	100.000	OK (kali)	1	100.000	
11/08/2025	53	Transport pengumpulan data di wilayah Bekasi Nanda	100.000	OK (kali)	1	100.000	
11/08/2025	54	Transport pengumpulan data di wilayah Bekasi Elsa	100.000	OK (kali)	1	100.000	
11/08/2025	55	Transport pengumpulan data di wilayah Bekasi Padli	100.000	OK (kali)	1	100.000	
11/08/2025	56	Transport pengumpulan data di wilayah Bekasi Syifa	100.000	OK (kali)	1	100.000	
11/08/2025	57	HR pembantu lapangan di wilayah Bekasi Nabila	50.000	OH	1	50.000	
11/08/2025	58	HR pembantu lapangan di wilayah Bekasi Bapak Dodo (<i>Cleaning Service</i>)	50.000	OH	1	50.000	
11/08/2025	59	HR pembantu lapangan di wilayah Bekasi Bapak Edi (<i>Cleaning Service</i>)	50.000	OH	1	50.000	
11/08/2025	60	HR pembantu lapangan di wilayah Bekasi Bapak Muntala (Satpam)	50.000	OH	1	50.000	

11/08/2025	61	HR pembantu lapangan di wilayah Bekasi Bapak Utim (Satpam)	50.000	OH	1	50.000	
12/08/2025	63	Konsumsi untuk siswa pengguna <i>Platform</i> Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Jakarta	200	OH	2.500	500.000	
12/08/2025	64	Konsumsi untuk guru-guru pengguna <i>Platform</i> Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Jakarta	20.000	OH	20	400.000	
12/08/2025	65	Transport ke wilayah Jabodetabek (Jakarta) pada tahap akhir untuk memenuhi kekurangan data Isti	75.000	OK (kali)	1	75.000	
12/08/2025	66	Transport ke wilayah Jabodetabek (Jakarta) pada tahap akhir untuk memenuhi kekurangan data Imas	75.000	OK (kali)	1	75.000	
12/08/2025	67	Transport ke wilayah Jabodetabek (Jakarta) pada tahap akhir untuk memenuhi kekurangan data Martin	75.000	OK (kali)	1	75.000	
12/08/2025	68	Transport ke wilayah Jabodetabek (Jakarta) pada tahap akhir untuk memenuhi kekurangan data Nanda	75.000	OK (kali)	1	75.000	
12/08/2025	69	Transport ke wilayah Jabodetabek (Jakarta) pada	75.000	OK (kali)	1	75.000	

		tahap akhir untuk memenuhi kekurangan data Elsa					
12/08/2025	70	Transport ke wilayah Jabodetabek (Jakarta) pada tahap akhir untuk memenuhi kekurangan data Padli	75.000	OK (kali)	1	75.000	
12/08/2025	71	Transport ke wilayah Jabodetabek (Jakarta) pada tahap akhir untuk memenuhi kekurangan data Shofaunada	75.000	OK (kali)	1	75.000	
12/08/2025	72	HR pembantu lapangan di wilayah Jakarta (Operator dan Kalab SMAN 87 Jakarta)	100.000	OH	2	200.000	
12/08/2025	73	HR pembantu lapangan di wilayah Jakarta (Operator dan Kalab SMAN 61 Jakarta)	100.000	OH	2	200.000	
12/08/2025	74	HR pembantu lapangan di wilayah Jakarta (Operator SMAN 30 Jakarta)	100.000	OH	1	100.000	
12/08/2025	75	Penginapan pada tempat pengumpulan data di wilayah Tangerang berupa Reddoorz sebanyak 3 kamar selama 2 malam	250.000	OH	6	1.500.000	
13/08/2025	77	Konsumsi untuk guru-guru pengguna Platform Digital Terintegrasi STEAM di wilayah Tangerang	20.000	OH	20	400.000	

13/08/2025	78	Transport pengumpulan data di wilayah Tangerang Isti	125.000	OK (kali)	1	125.000	
13/08/2025	79	Transport pengumpulan data di wilayah Tangerang Imas	125.000	OK (kali)	1	125.000	
13/08/2025	80	Transport pengumpulan data di wilayah Tangerang Martin	125.000	OK (kali)	1	125.000	
13/08/2025	81	Transport pengumpulan data di wilayah Tangerang Nanda	125.000	OK (kali)	1	125.000	
13/08/2025	82	Transport pengumpulan data di wilayah Tangerang Elsa	125.000	OK (kali)	1	125.000	
13/08/2025	83	Transport pengumpulan data di wilayah Tangerang Padli	125.000	OK (kali)	1	125.000	
13/08/2025	84	Transport pengumpulan data di wilayah Tangerang Syifa	125.000	OK (kali)	1	125.000	
13/08/2025	85	HR pembantu lapangan di wilayah Tangerang Haflan	50.000	OH	1	50.000	
13/08/2025	86	HR pembantu lapangan di wilayah Tangerang Bapak Arif (<i>Cleaning Service</i>)	50.000	OH	1	50.000	
13/08/2025	87	HR pembantu lapangan di wilayah Tangerang Bapak Ade (<i>Cleaning Service</i>)	50.000	OH	1	50.000	
13/08/2025	88	HR pembantu lapangan di wilayah Tangerang Bapak Roni (Satpam)	50.000	OH	1	50.000	

13/08/2025	89	HR pembantu lapangan di wilayah Tangerang Bapak Safrul (Satpam)	50.000	OH	1	50.000	
14/08/2025	92	Konsumsi FGD penyusunan laporan kemajuan akhir ke-1	20.000	OH	7	140.000	
14/08/2025	93	Penginapan pada tempat pengumpulan data di wilayah Jakarta berupa Reddoorz sebanyak 3 kamar selama 2 malam	250.000	OH	6	1.500.000	
15/08/2025	94	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Isti	50.000	OH	8	400.000	
15/08/2025	95	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Imas	50.000	OH	8	400.000	
15/08/2025	96	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Martin	50.000	OH	8	400.000	
15/08/2025	97	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Nanda	50.000	OH	8	400.000	
15/08/2025	98	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Elsa	50.000	OH	8	400.000	
15/08/2025	99	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Padli	50.000	OH	8	400.000	
15/08/2025	100	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Syifa	50.000	OH	8	400.000	
22/08/2025	129	Konsumsi FGD penyusunan laporan kemajuan akhir ke-2	20.000	OH	7	140.000	
22/08/2025	130	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Isti	50.000	OH	7	350.000	
22/08/2025	131	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Imas	50.000	OH	7	350.000	

22/08/2025	132	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Martin	50.000	OH	7	350.000	
22/08/2025	133	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Nanda	50.000	OH	7	350.000	
22/08/2025	134	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Elsa	50.000	OH	7	350.000	
22/08/2025	135	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Padli	50.000	OH	7	350.000	
22/08/2025	136	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Shofaunada	50.000	OH	7	350.000	
25/08/2025	138	HR pembantu peneliti Syifa selama 2 pekan	50.000	OJ	2	100.000	
25/08/2025	139	HR pembantu peneliti Shofaunada selama 2 pekan	50.000	OJ	2	100.000	
29/08/2025	141	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Isti	50.000	OH	7	350.000	
29/08/2025	142	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Imas	50.000	OH	7	350.000	
29/08/2025	143	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Martin	50.000	OH	7	350.000	
29/08/2025	144	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Nanda	50.000	OH	7	350.000	
29/08/2025	145	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Elsa	50.000	OH	7	350.000	
29/08/2025	146	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Padli	50.000	OH	7	350.000	
29/08/2025	147	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Syifa	50.000	OH	7	350.000	
07/09/2025	150	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Isti	50.000	OH	8	400.000	
07/09/2025	151	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Imas	50.000	OH	8	400.000	

07/09/2025	152	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Martin	50.000	OH	8	400.000	
07/09/2025	153	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Nanda	50.000	OH	8	400.000	
07/09/2025	154	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Elsa	50.000	OH	8	400.000	
07/09/2025	155	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Padli	50.000	OH	8	400.000	
07/09/2025	156	Uang harian petugas dalam pengumpulan data Shofaunada	50.000	OH	8	400.000	
Jumlah Pengumpulan Data						27.144.344	

SEWA PERALATAN

Tanggal	No Kwitansi	Item	Harga (Rp)	Satuan	Volume	Jumlah (Rp)	Pajak
18/07/2025	03	Sewa laptop dengan spesifikasi tinggi di 5 kabupaten dan kota di wilayah Jabodetabek selama 30 hari total keseluruhan	1.000.000	Unit	7	7.000.000	
21/07/2025	07	Sewa printer Epson L6270 selama penelitian berlangsung	2.000.000	Unit	1	2.000.000	
23/07/2025	10	Sewa ruangan di 5 kabupaten dan kota di wilayah Jabodetabek selama 6 hari per wilayah	1.700.000	Unit	5	8.500.000	
04/08/2025	14	Sewa LCD di 5 kabupaten dan kota di wilayah Jabodetabek selama 30 hari total keseluruhan	50.000	Unit	30	1.500.000	
04/08/2025	15	Sewa 1 mobil (<i>taxi online</i>) untuk studi pendahuluan di wilayah Jakarta	250.000	OK (kali)	1	213.000	
05/08/2025	16	Sewa 1 mobil (<i>taxi online</i>) untuk studi pendahuluan di wilayah Depok dan Bogor	400.000	OK (kali)	1	732.500	
06/08/2025	17	Sewa 1 mobil (<i>taxi online</i>) untuk studi pendahuluan di wilayah Bekasi dan Tangerang	550.000	OK (kali)	1	324.500	

07/08/2025	33	Sewa 1 mobil (<i>taxi online</i>) untuk tahapan implementasi di wilayah Depok	250.000	OK (kali)	1	250.000	
08/08/2025	47	Sewa 1 mobil (<i>taxi online</i>) untuk tahapan implementasi di wilayah Bogor	300.000	OK (kali)	1	300.000	
11/08/2025	62	Sewa 1 mobil (<i>taxi online</i>) untuk tahapan implementasi di wilayah Bekasi	250.000	OK (kali)	1	250.000	
12/08/2025	76	Sewa 1 mobil (<i>taxi online</i>) untuk tahapan implementasi di wilayah Jakarta	250.000	OK (kali)	1	285.000	
13/08/2025	90	Sewa 1 mobil (<i>taxi online</i>) untuk tahapan implementasi di wilayah Tangerang	250.000	OK (kali)	1	215.000	
Jumlah Sewa Peralatan						21.500.000	

ANALISIS DATA

Tanggal	No Kwitansi	Item	Harga (Rp)	Satuan	Volume	Jumlah (Rp)	Pajak
15/08/2025	101	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Isti	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
15/08/2025	102	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Imas	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
15/08/2025	103	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Martin	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
15/08/2025	104	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Nanda	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
15/08/2025	105	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Isti	50.000	OK (kali)	10	500.000	
15/08/2025	106	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Imas	50.000	OK (kali)	10	500.000	
15/08/2025	107	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Martin	50.000	OK (kali)	10	500.000	
15/08/2025	108	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Nanda	50.000	OK (kali)	10	500.000	
19/08/2025	109	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Elsa	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
19/08/2025	110	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Padli	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
19/08/2025	111	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Shofaunada	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
19/08/2025	112	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Elsa	50.000	OK (kali)	10	500.000	
19/08/2025	113	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Padli	50.000	OK (kali)	10	500.000	

19/08/2025	114	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Shofaunada	50.000	OK (kali)	10	500.000	
20/08/2025	115	IIR pengolahan data selama 5 jam per hari Isti	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
20/08/2025	116	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Imas	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
20/08/2025	117	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Martin	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
20/08/2025	118	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Nanda	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
20/08/2025	119	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Isti	50.000	OK (kali)	10	500.000	
20/08/2025	120	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Imas	50.000	OK (kali)	10	500.000	
20/08/2025	121	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Martin	50.000	OK (kali)	10	500.000	
20/08/2025	122	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Nanda	50.000	OK (kali)	10	500.000	
21/08/2025	123	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Elsa	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
21/08/2025	124	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Padli	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
21/08/2025	125	HR pengolahan data selama 5 jam per hari Syifa	50.000	P (penelitian)	10	500.000	
21/08/2025	126	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Elsa	50.000	OK (kali)	10	500.000	
21/08/2025	127	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Padli	50.000	OK (kali)	10	500.000	
21/08/2025	128	Transport pengolahan data selama 5 jam per hari Syifa	50.000	OK (kali)	10	500.000	

22/08/2025	137	Penginapan saat analisis data berupa Reddoorz sebanyak 3 kamar selama 3 malam	750.000	OH	3	2.250.000	
Jumlah Analisis Data						16.250.000	

PELAPORAN HASIL PENELITIAN DAN LUARAN WAJIB

Tanggal	No Kwitansi	Item	Harga (Rp)	Satuan	Volume	Jumlah (Rp)	Pajak
28/08/2025	140	Konsumsi rapat penyusunan ke-1	20.000	OH	7	140.000	
02/09/2025	148	Konsumsi rapat penyusunan ke-2	20.000	OH	7	140.000	
04/09/2025	149	Konsumsi rapat penyusunan ke-3	20.000	OH	7	140.000	
17/09/2025	157	Biaya HKI platform digital	700.000	Paket	1	1.000.000	
18/09/2025	158	Biaya <i>proof reading</i> artikel	1.394.000	Paket	1	550.000	27.500
19/09/2025	159	Biaya penerjemahan artikel ke dalam bahasa inggris	5.500.000	Paket	1	1.000.000	50.000
24/11/2025	161	Biaya publikasi pada Jurnal Internasional Terindeks Scopus Q3 (IJIRSS)	8.646.000	Paket	1	13.018.156	
Jumlah Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib						15.988.656	

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC002025138450, 23 September 2025

Pencipta

Nama : **Dr. Tri Isti Hartini, M.Pd., Dr. Imas Ratna Ermawati, M.Pd. dkk**
Alamat : Perumahan Graha Studio Alam Blok A No. 12, Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat, 16412
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Dr. Tri Isti Hartini, M.Pd., Dr. Imas Ratna Ermawati, M.Pd. dkk**
Alamat : Perumahan Graha Studio Alam Blok A No. 12, Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat, 16412

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Program Komputer**

Judul Ciptaan : **Aplikasi Platfoam "DEEPHYSICS"**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 7 Agustus 2025, di DKI Jakarta

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor Pencatatan : 000978711

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b.

Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko,SH.,MH.
NIP. 196912261994031001

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Dr. Tri Isti Hartini, M.Pd.	Perumahan Graha Studio Alam Blok A No. 12 Sukmajaya, Kota Depok
2	Dr. Imas Ratna Ermawati, M.Pd.	Jl. Cipinang Pulo Maja No. 31 Jatinegara, Kota Adm. Jakarta Timur
3	Martin, S.Pd, M.Pd.	Jl. H. Asmat Koja, Kota Adm. Jakarta Utara
4	Nuraeni Nanda Sari, S.Pd, M.Pd.	Kp. Bulak Perwira, Jl. Karya 3, No. 101 Bekasi Utara, Kota Bekasi
5	Elsa Sagita, S.Pd.	Kp. Tanah Ungkuk Cibitung, Kab. Bekasi
6	Dede Padli	Kp. Cigeulis Cipanas, Kab. Lebak

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Dr. Tri Isti Hartini, M.Pd.	Perumahan Graha Studio Alam Blok A No. 12 Sukmajaya, Kota Depok
2	Dr. Imas Ratna Ermawati, M.Pd.	Jl. Cipinang Pulo Maja No. 31 Jatinegara, Kota Adm. Jakarta Timur
3	Martin, S.Pd, M.Pd.	Jl. H. Asmat Koja, Kota Adm. Jakarta Utara
4	Nuraeni Nanda Sari, S.Pd, M.Pd.	Kp. Bulak Perwira, Jl. Karya 3, No. 101 Bekasi Utara, Kota Bekasi
5	Elsa Sagita, S.Pd.	Kp. Tanah Ungkuk Cibitung, Kab. Bekasi
6	Dede Padli	Kp. Cigeulis Cipanas, Kab. Lebak





ISSN: 2617-6548

URL: www.ijirss.com



Development of a multiple representation digital platform for STEAM-based deep learning with the 3DE model

Tri Isti Hartini¹, Imas Ratna Ermawati^{1*}, Martin¹, Nuraeni Nanda Sari¹, Elsa Sagita¹, Dede Padli¹

¹*Faculty of Teacher Training and Education, Muhammadiyah University Prof. DR. HAMKA, Indonesia.*

Corresponding author: Imas Ratna Ermawati (Email: imas_re@uhamka.ac.id)

Abstract

This research is motivated by the limited digital learning platforms capable of integrating various forms of representation to support STEAM-based in-depth learning, particularly in physics subjects that require high conceptual understanding. To address this need, this study aims to describe the feasibility of the Digital Multiple Representation Platform (DMRP) as an innovative learning medium designed to facilitate conceptual understanding and encourage interdisciplinary integration in the STEAM context. This research method uses a Research and Development (R&D) design based on the DDDE (Decide, Design, Develop, and Evaluation) model to systematically guide the platform creation and validation process. Data were collected using an expert validation questionnaire covering aspects of content feasibility, pedagogy, interface appearance, interactivity, and technical aspects. Validation was carried out by learning media experts and physics material experts to assess the quality and suitability of the platform for instructional purposes. In addition to quantitative data, the study also involved qualitative feedback from educators and students through open-ended interviews to obtain an in-depth overview of the platform's practicality and acceptability. Quantitative data were analyzed using descriptive techniques to calculate a feasibility score, while qualitative data were analyzed to identify suggestions for improvement and aspects that support the platform's effectiveness. The results of the study show that the DMRP achieved an average media validation score of 80% and a content validation score of 79%, both of which are categorized as very feasible to be implemented in learning. The conclusion of this study shows that integrating various representations in a digital environment can effectively improve conceptual understanding, creativity, and student engagement in STEAM-oriented physics education. Overall, the developed DMRP offers a pedagogically grounded model to support deep learning and interdisciplinary thinking, which contributes to the development of digital innovation in STEAM education.

Keywords: Digital Platform, Models 3DE, Multiple Representations, Steam.

DOI: 10.53894/ijirss.v8i12.10983

Funding: This research was funded by the Directorate of Research, Technology, and Community Service, Ministry of Higher Education, Science, and Technology of the Republic of Indonesia.

History: Received: 6 October 2025 / **Revised:** 17 November 2025 / **Accepted:** 21 November 2025 / **Published:** 1 December 2025

Copyright: © 2025 by the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Competing Interests: The authors declare that they have no competing interests.

Authors' Contributions: All authors contributed equally to the conception and design of the study. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Transparency: The authors confirm that the manuscript is an honest, accurate, and transparent account of the study; that no vital features of the study have been omitted; and that any discrepancies from the study as planned have been explained. This study followed all ethical practices during writing.

Publisher: Innovative Research Publishing

1. Introduction

The development of digital technology has driven a paradigm shift in science learning in higher education, from lecture-based learning to experiential and exploration-based learning. Physics learning demands innovation that not only presents conceptual material but also supports students in building in-depth understanding through multiple representations involving symbolic, visual, and mathematical aspects [1, 2]. However, the reality on the ground shows that many students still experience difficulties in connecting these various forms of representation, so their conceptual understanding is often fragmented.

Deep learning is one approach that can improve the quality of education. Deep learning is defined as a student's approach to critically analyzing new ideas and linking them to previous concepts and principles, resulting in meaningful learning [3]. In principle, the deep learning approach has three basic elements or foundations: mindful, meaningful, and joyful [4]. The focus of deep learning is to provide students with opportunities to explore and elaborate on their knowledge constructively. Deep learning equips students with competencies, both at a personal and professional level [5].

Multiple representation is an important approach in modern science learning that emphasizes the use of various forms of representation to understand concepts in depth. Ainsworth explains that multiple representations include the presentation of information in verbal, visual, mathematical, symbolic, and graphic forms that function to complement each other in the learning process [1]. This diversity of representations helps students see a concept from various perspectives so they can connect abstract phenomena with real contexts. In line with this, Gilbert emphasized that representation plays a key role in science because it functions as a mental model that helps students build bridges between physical phenomena and complex theoretical concepts [6]. One learning approach that can be implemented is multiple representation. Multiple representation is a learning approach that uses various forms to describe concepts or processes and is effective in improving students' understanding of physics [7, 8]. Then, students' representational abilities can be escalated through the implementation of STEAM integrated learning [9]. In addition, the use of STEAM can develop creative, critical, collaborative, and problem-solving thinking skills [10]. Therefore, the STEAM approach is very effective when used in conjunction with the application of technology in physics learning [11].

Along with this, technological advances in the digital era are also seen as the right media to support the learning process. Digital transformation has become one of the main foundations in the development of the world of education in the 21st century. Technological advances have influenced various aspects of learning, from the preparation of learning tools, lesson delivery, interaction forums between teachers and students, to the learning evaluation process [12]. One contribution of the application of digital technology is the provision of digital platforms. In the field of education, digital platforms are very important for the transition from universal methods to personalized methods that support explanatory teaching and student-centered approaches [12, 13]. The use of digital technology has a positive influence on students' in-depth learning outcomes because by understanding something so that it is not easily forgotten, it provides a meaningful and enjoyable learning experience [14, 15]. Therefore, the publication of digital education transformation has an important role played by the in-depth learning approach [16].

This problem is reinforced by the findings of several previous studies showing that limited digital learning media is one of the causes of low higher-order thinking skills in students [17, 18]. Most e-learning platforms used in higher education still focus on presenting textual and evaluative content, not optimally supporting the integration of deep learning and student scientific creativity. This is a barrier to the development of 21st-century competencies such as critical thinking, collaboration, creativity, and communication [19].

To address these challenges, the STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) approach is relevant because it provides an interdisciplinary framework that encourages students to connect science with technology, engineering, and art in the context of authentic problem-solving [20]. STEAM-based learning emphasizes not only conceptual mastery but also creative thinking processes through design, innovation, and cross-disciplinary collaboration. In the context of physics learning, the integration of the STEAM approach through a digital multiple representation (PDMR) platform is expected to foster students' ability to understand physics phenomena holistically through various interconnected scientific representations. In addition, digital learning media innovations need to be designed with a systematic instructional design approach so that their effectiveness can be tested empirically. One relevant model for the development of digital educational products is the DDDE (Decide, Design, Develop, Evaluate) model proposed by Alessi and Trollip [21]. This model emphasizes a balance between user needs analysis, instructional design, technology development, and

continuous evaluation. Through the application of this model, platform development can take place adaptively and be oriented towards the learning needs of students.

The novelty of this research lies in the conceptual and methodological integration of the multiple representations approach, the STEAM framework, and the DDDE (3DE) development model in a single interactive digital platform specifically designed to support deep learning in physics courses. This research not only produces an innovative digital product but also offers a new theoretical model for implementing multiple representations in a STEAM-based digital learning environment. This approach makes an important contribution to the digital science education literature by presenting an empirical framework on how digital media design can foster integration between conceptual understanding, creativity, and scientific collaboration of students.

2. Methodology

2.1. Research Design

This study uses a Research and Development (R&D) approach that aims to produce a product in the form of a Digital Multiple Representation Platform (PDMR) that is suitable for use to support STEAM-based in-depth learning. This approach was chosen because it is able to combine theoretical and empirical processes in producing innovative and tested educational products [22]. The development model used refers to DDDE (Decide, Design, Develop, Evaluate) proposed by Alessi and Trollip [21]. This model was chosen because it provides a systematic and flexible framework for developing digital learning media based on interactivity and user experience.

2.2. Research Subjects and Context

The research was conducted in high schools across both public and private schools. The subjects included two instructional media experts, two physics subject matter experts, and several schools in Jakarta and Tangerang that participated in the limited trial phase. Subjects were selected purposively to obtain representative input on the feasibility of the design, content, and implementation of the platform. Penelitian dilaksanakan pada sekolah menengah atas di salah satu sekolah negeri maupun swasta. Subjek penelitian terdiri atas dua ahli media pembelajaran, dua ahli materi fisika, dan beberapa sekolah di Jakarta dan tangerang yang terlibat dalam tahap uji coba terbatas. Pemilihan subjek dilakukan secara purposif untuk memperoleh masukan yang representatif terhadap kelayakan desain, isi materi, dan implementasi platform.

2.3. Research Instruments

The instruments used in this study included:

- Media expert validation sheet, to assess aspects of display design, interactivity, navigation, and technological suitability.
- Material expert validation sheet, to assess the validity of physics concepts, STEAM integration, and the suitability of multiple representations.
- User response questionnaire, to assess the platform's ease of use, attractiveness, and usefulness from the learner's perspective.

All instruments were developed by adapting the learning product validation format from Sugiyono [23] and Thiagarajan, et al. [24]. The assessment scale used a Likert scale of 1–4, which was converted into a percentage of suitability.

2.4. Development Procedure

The digital platform development process follows the four main steps of the DDDE (3DE) model:

- Decide: the needs analysis and formulation of STEAM-based learning objectives.
- Design: the design of the navigation structure, interface, and mapping of multiple representations (visual, symbolic, and conceptual).
- Develop: the platform prototype creation stage with the integration of interactive components and digital learning features.
- Evaluate: the validation stage by experts and limited trials to assess the product's feasibility and initial effectiveness.

2.5. Data Analysis Techniques

The quantitative data from expert validation were analyzed using descriptive statistics in the form of average scores and percentages of eligibility, as shown in Table 1.

Table 1.
eligibility Presentation

Percentage	Interpretation
0% - 25%	Not really worth it
26% - 50%	Not feasible
51% - 75%	Worth it
76% - 100%	Very worthy

Qualitative data from expert comments and student responses were analyzed descriptively and narratively to strengthen the quantitative findings and provide recommendations for design improvements. This approach was used to provide context for the numerical findings and generate recommendations for product improvements [25].

The results of both analyses were then synthesized to assess the final feasibility of the digital platform, both from a media and content perspective, and to conclude the platform's potential effectiveness in supporting STEAM-based immersive learning.

3. Result

This research was conducted in the odd semester of 2025/2026. This section explains the research process and results obtained along with a discussion based on the research that has been conducted. The main result of this research is the final product in the form of a digital platform multiple representations to support STEAM-based in-depth learning. Based on data from validation tests on material experts, media experts, physics educators and student response tests conducted on 300 grade XI science students in high schools throughout Greater Jakarta, it states that the digital platform that has been developed is suitable for use. This research produced a product in the form of a Digital Platform Multiple Representations (PDMR) which was developed through four main stages according to the DDDE model: Decide, Design, Develop, and Evaluate.

3.1. Decide

This stage resulted in a learning needs analysis conducted through observations and interviews with teachers and students. It was found that 86.7% of students stated that they had difficulty understanding physics concept 2, namely magnetism and electricity, conceptually due to a lack of visualization and integration between mathematical, verbal, and graphical representations. Educators also revealed that available learning media did not support project-based or collaborative activities as per the STEAM learning principles. These results became the basis for determining the need for a digital platform that can integrate interactive simulations, multiple representations of physics concepts, and collaborative activities based on STEAM projects.

3.2. Design

This stage results in a design of the platform's structure and interface. The initial design includes two main modules:

3.2.1 Determining Learning Materials

Before determining the learning materials to be developed, an analysis was first conducted on what materials could be integrated with in-depth learning and STEAM through a multiple representation approach. The materials in question were high school physics materials that could be made into teaching modules by paying attention to verbal, mathematical, graphical and visual aspects and linked to phenomena in everyday life. Actually, most physics materials could be made into these criteria, but after filtering the Physics materials in grades 10, 11 and 12, suitable materials were found, namely Measurement, Speed & Acceleration, Hooke's Law, Mathematical Pendulum, Length Expansion, Static Electricity, Dynamic Electricity, Optics, Lorentz Force and RLC Circuits. These materials were chosen because they are included in the basic Physics groups 1 and 2 and are often encountered in everyday life, such as the activity of measuring mass quantities carried out in buying and selling activities. In addition, these materials can be presented in the form of images, simulated in graphic form and practiced using a virtual lab, to then be created as learning modules and included in a digital platform.

3.3. Initial Design

This digital platform is designed as an alternative platform that can be used by teachers and students as a companion platform in the physics learning process, accessible anywhere and anytime. In the design process, the immersive learning approach, STEAM, and Multiple Representation are integrated to enrich the learning experience. Immersive learning ensures students understand concepts comprehensively, not just memorize them. The STEAM approach (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) encourages interdisciplinary connections and their application in real life. Meanwhile, the Multiple Representation strategy allows abstract concepts to be explained through various forms such as text, images, simulations, videos, and virtual experiments. With the combination of these three approaches, the learning flow activities that have been designed can be seen in Table 2.

Table 2.
Learning activity flow

Stage	Student Activity	Media/Tools	Objectives
1. D – Diagnose Prior Knowledge	Answer quizzes & create concept maps	Interactive quizzes, mind map	features Prior knowledge activation
2. I – Immerse in Phenomena (STEAM Contextualization)	Watch the video: "Measuring the Length of a Ship with Measuring Tools"	Contextual video	Connecting physics to real life
3. S – Select and Explore Multiple Representations	Explore videos, graphs, tables of units and measuring tools	Interactive simulations, images, animations	Understanding from multiple angles
4. T – Test Ideas Through Experimentation (Virtual Labs)	Conduct simulations measuring mass, volume, time	PhET/HTML5 Simulations	Improve scientific skills
5. E – Engineer Solutions (Project-Based Task)	Designing simple measuring tools from used objects	LMS project space	Developing creativity and application
6. A – Articulate Understanding (Presentation & Reflection)	Create videos or posters of project results	Poster editor, upload media	Scientific communication and reflection
7. M – Measure & Reflect (Assessment and Feedback Loop)	Adaptive quizzes, peer review	LMS project quiz + peer assessment	Formative and summative evaluation

Evaluations are also conducted during the initial design stage. These evaluations are conducted to ensure that the selected digital platform, the designed learning flow, and the learning modules align with the objectives of the product being developed. Furthermore, this stage also addresses any deficiencies identified before entering the development phase.

3.4. Development

3.4.1. Initial Product

The initial product in this research was developed based on the design prepared in the previous design stage. The following presents the components of the resulting initial product, as shown in the image below.

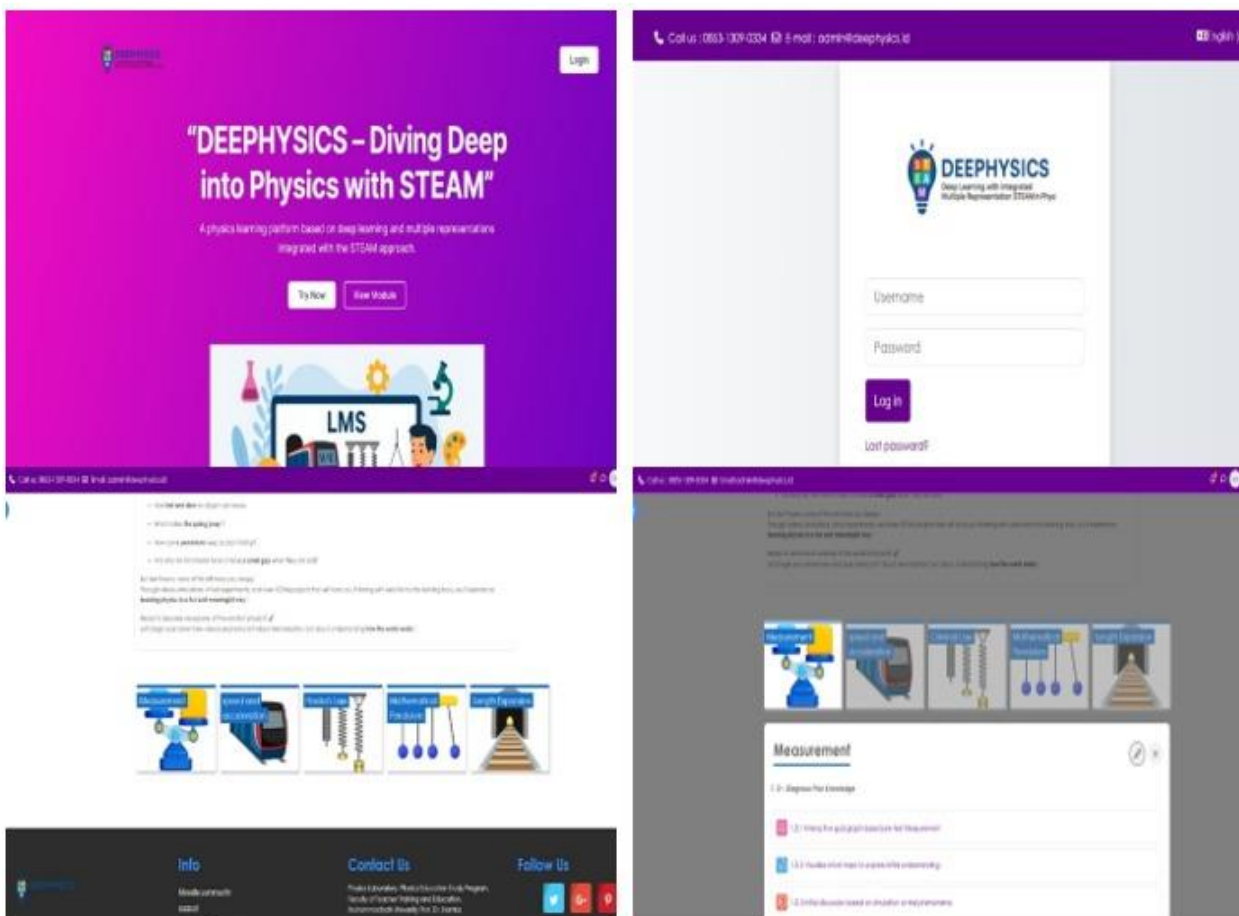


Figure 1.
Home page, login, learning materials, and activities.

3.4.2. Product Validation

At this development stage, validation of the developed digital platform was also carried out. Product validation was carried out to determine the validity of the developed product. The validity test was carried out by 4 experts, namely 1 informatics engineering lecturer from Muhammadiyah University Prof. DR. HAMKA and 1 physics education lecturer from Nurul Huda University for validation on the media aspect and 2 physics education lecturers each from Makassar State University and Lampung University for validation on the material aspect. This validation was also carried out to determine the feasibility of the developed product before being tested on students. Data from the results of the media expert validation assessment, where the average percentage of product feasibility assessment was 93.85% with a very feasible category. The results of the media expert validation can be seen in Table 3 and Figure 1.

Table 3.
Results of the digital platform media expert feasibility test.

Assessment Aspect	Response	
	Score	Qualitative Category
Learning Media Design	93%	Very Feasible
Appearance Suitability Aspect	94%	Very Feasible
Appearance Design	92%	Very Feasible
Appearance Suitability	95%	Very Feasible
Font Design	93%	Very Feasible
Font Suitability	92%	Very Feasible
Media Usability Aspect	98%	Very Feasible

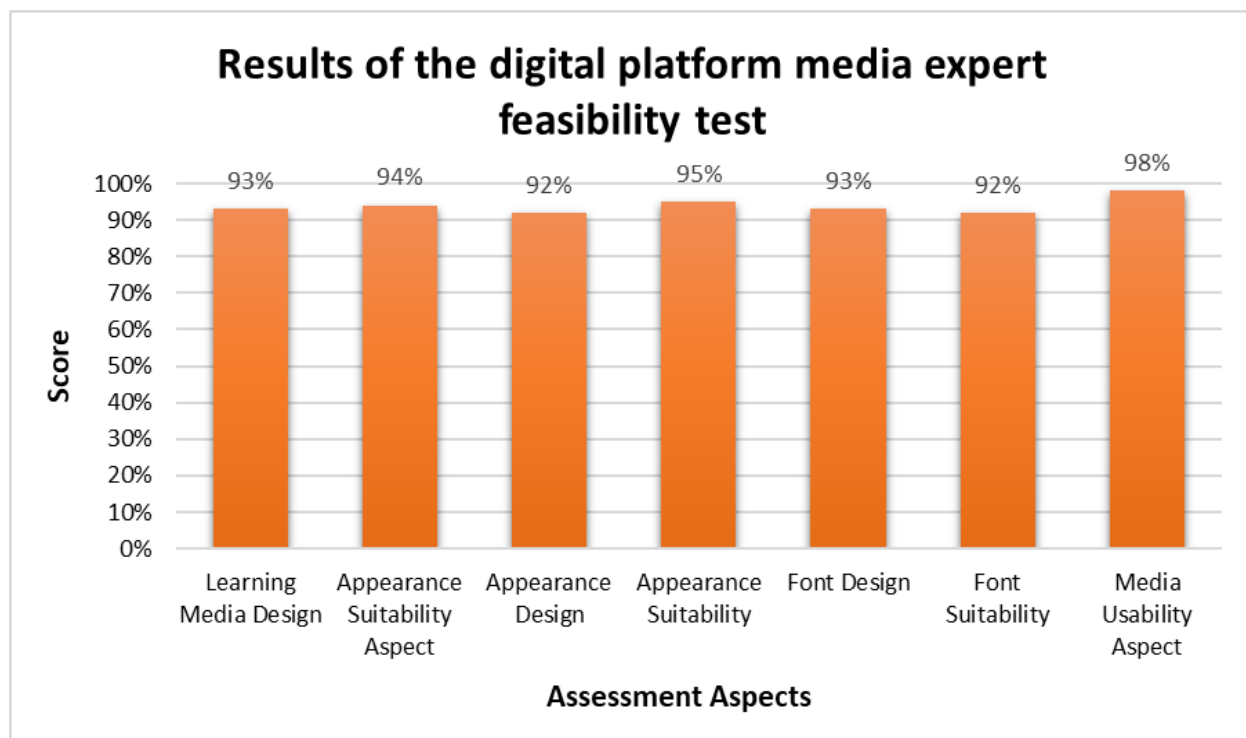


Figure 2.
Results of the digital platform media expert's feasibility test.

Meanwhile, data from the validation assessment by material experts showed that the average percentage of product feasibility was 79%, categorized as very feasible. The results of the media expert validation can be seen in Table 4.

Table 4.
Results of the digital platform material expert feasibility test.

Assessment Aspects	Response	
	Score	Qualitative Category
Content Suitability Aspect	80%	Very Feasible
Presentation Suitability Aspect	79%	Very Feasible
Language Suitability Aspect	78%	Very Feasible

3.4.3. Product Revision

This stage involves revising the digital platform product based on input and suggestions from validators, both regarding media and materials. This stage also forms part of the evaluation during the development phase. Based on the

results of the digital platform feasibility validation, several inputs and suggestions received from the validators included the need for the pretest to remain on the same platform or not to move from the platform.

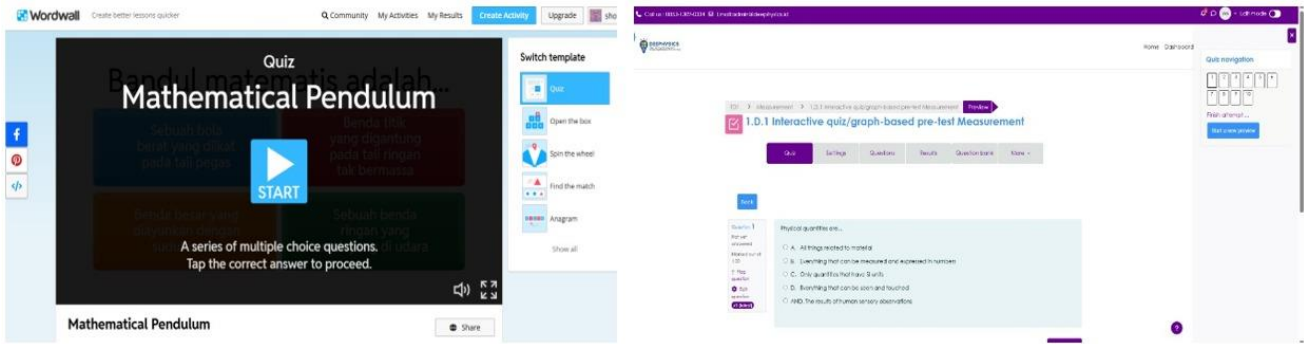


Figure 3.
View before the pretest on the platform and View after the pretest on the platform.

3.4.4. Small Scale and Large Scale Trials

After revising the digital platform, the next step was to conduct a small trial with 40 11th-grade high school students in Greater Jakarta (Jabodetabek). This small-scale trial aimed to gauge student reactions and comments regarding the digital platform. Student responses included platform usage intensity, platform materials, comprehensiveness of features, and motivation. Data from the small-scale trial yielded an average rating of 81%, categorized as very acceptable. The results of the small-scale trial can be seen in Table 5.

Table 5.
Results of the small-scale trial of the digital platform

Assessment Aspects	Response	
	Score	Qualitative Category
Platform Usage Intensity	78%	Very Feasible
Platform Content	81%	Very Feasible
Platform Feature Completeness	79%	Very Feasible
Motivation	80%	Very Feasible

After conducting the small-scale trial, the next stage was a large-scale trial with 347 eleventh-grade high school students in Greater Jakarta (Jabodetabek). This large-scale trial aimed to determine student reactions and comments to the digital platform based on revisions made in the small-scale trial. Student responses included platform usage intensity, platform materials, feature completeness, and motivation. Data from the large-scale trial yielded an average percentage of 80%, categorized as very acceptable. The results of the large-scale trial can be seen in Table 6.

Table 6.
Results of the large-scale trial of the digital platform.

Assessment Aspects	Response	
	Score	Qualitative Category
Platform Usage Intensity	79%	Very Feasible
Platform Content	82%	Very Feasible
Platform Feature Completeness	80%	Very Feasible
Motivation	84%	Very Feasible

The majority of students, with a score of 82%, stated that the use of multiple representations in the platform helped them understand the relationship between formulas, graphs, and physical phenomena. The overall results of the small-scale and large-scale trials are shown in Figure 4.

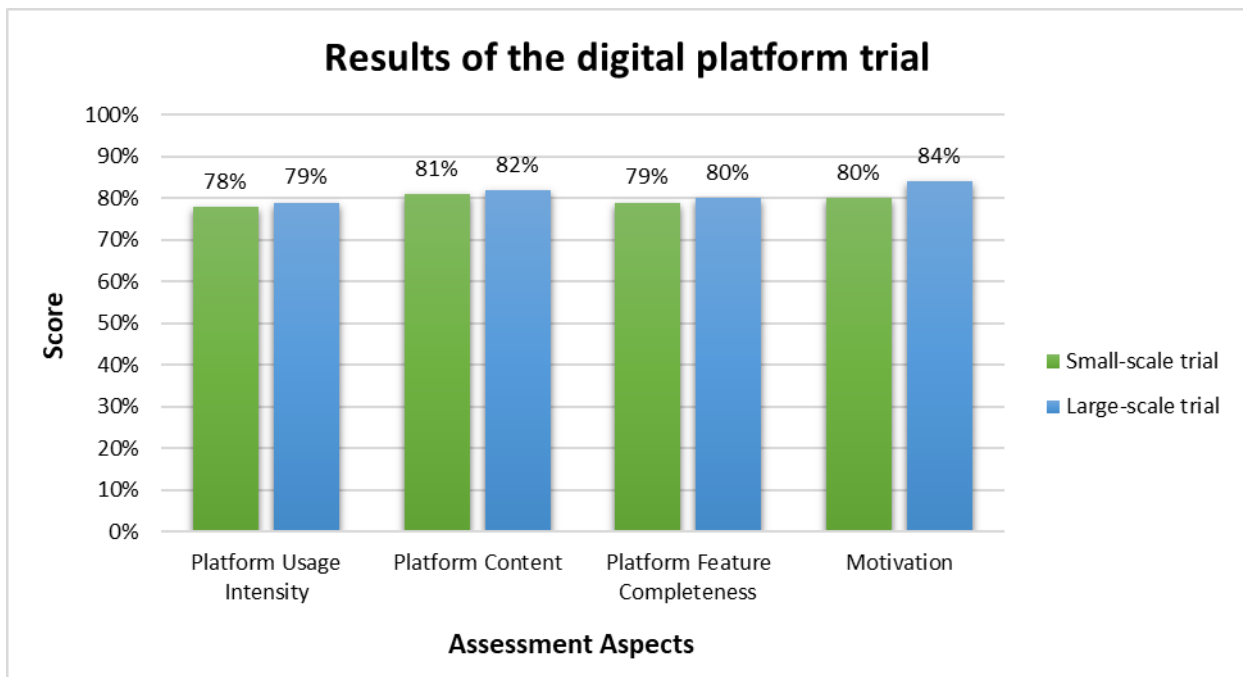


Figure 4
Small-scale and large-scale trial results

3.5. Evaluate

The evaluation phase is conducted at each stage of research and development. This phase is conducted to evaluate the developed digital platform by conducting a large-group trial of 11th-grade high school students in Greater Jakarta (Jabodetabek). During the evaluation phase, questionnaires were also distributed to teachers to determine their responses to the developed digital platform. Furthermore, to assess the effectiveness of the developed digital platform, questionnaires were distributed to 347 high school students in Greater Jakarta. Effectiveness refers to how well the digital platform is accepted by students, engaging, easy to use, and beneficial in the physics learning process.

4. Discussion

The results of this study indicate that the Digital Platform for Multiple Representations (PDMR) developed through the DDDE / 3DE (Decide, Design, Develop, Evaluate) model has a high level of feasibility in both media and material aspects. Expert validation showed an average feasibility of 79% with a very feasible category, while student trials resulted in a positive response of 80% with a very good category. These data indicate that the integration between the multiple representation approach and STEAM-based learning in a digital platform can provide a more in-depth, interactive, and meaningful learning experience.

The high feasibility of the media aspect reflects the success of the Design and Develop stage in the DDDE model. The developed interface design utilizes aesthetic principles and intuitive navigation, making it easier for students to explore conceptual, mathematical, and visual representations simultaneously. This is in line with Ainsworth's findings which confirm that the use of various representations in physics learning can strengthen the integration of conceptual and procedural knowledge [24]. In the context of learning electromagnetic fields which are full of abstract symbols and phenomena, the existence of multiple representations becomes an important bridge to build a complete conceptual understanding.

In addition, the Develop stage plays a crucial role in ensuring that the resulting product is not only technically functional but also relevant to the characteristics of 21st-century students. The integration of features such as interactive simulations, 3D visualizations, and STEAM-based collaborative projects provides opportunities for students to play an active role in the knowledge construction process. This finding reinforces Jonassen's view that digital media should be designed as a constructivist learning environment that allows students to construct meaning through exploration, reflection, and authentic problem-solving [26].

The Evaluate stage in the DDDE/3DE model demonstrates the importance of continuous feedback from experts and users. Expert validation ensures the quality of the platform's content and functionality, while student trials provide input on user experience aspects. This evaluation process makes platform development not only technology-based, but also pedagogically-based. Thus, the DDDE model has proven effective as a systematic approach to developing digital learning media that is responsive to user needs, as emphasized by Alessi and Trollip [21].

From a STEAM-based learning perspective, PDMR plays a crucial role in fostering students' critical, creative, and collaborative thinking skills. Each learning module is designed not only to theoretically understand physics concepts but also to apply them in simple design projects involving aspects of science, technology, engineering, art, and mathematics. This aligns with Perignat and Katz-Buonincontro's idea that STEAM integration can create a holistic learning experience through creative inquiry and design thinking processes [27].

Thus, this platform encourages students to not only understand concepts but also to create innovative science-based solutions and works. In addition to enhancing conceptual understanding, the use of multiple representations in the STEAM context also strengthens the realization of deep learning. Students are encouraged to connect previous knowledge with new contexts, reflect on their thinking processes, and relate theoretical concepts to real-world applications. This condition demonstrates the creation of meaningful learning as proposed by Biggs and Tang, where the learning process is not only reproductive but also transformational [28].

Overall, the results of this study, a combination of the DDDE/3DE model, the STEAM approach, and the concept of multiple representations, are innovations that have significant theoretical and practical contributions in the field of science education technology. Theoretically, this study expands the application of the DDDE/3DE model, which was originally widely used for multimedia development, into an effective framework for the development of a digital learning platform based on multiple representations. Practically, the results of this platform development provide an innovative alternative for educators/teachers and educational developers in designing more interactive, collaborative, and creative physics learning.

Thus, it can be concluded that the developed Multiple Representation Digital Platform is not only feasible to use but also makes a significant contribution to improving the quality of STEAM-based physics learning. This platform can serve as an initial model for the development of similar digital learning systems in other science fields, especially those that require integration between conceptual understanding and students' creative-critical thinking skills.

5. Conclusion

This research has produced a multiple representation digital platform to support STEAM-based immersive learning. It has undergone expert validation across various aspects, including media and materials, as well as platform effectiveness. Based on the validation results, the digital platform was deemed suitable for use as a learning support tool. A trial of the digital platform demonstrated its effectiveness in supporting physics learning. Furthermore, students responded positively to the learning experience using this platform. Therefore, it can be concluded that the multiple representation digital platform to support STEAM-based immersive learning is highly suitable as a self-study platform, as it can be accessed anytime and anywhere and can strengthen student understanding. For further development, it is recommended to expand the application to other physics materials.

6. Theoretical and Practical Implications

From a theoretical perspective, the results of this study enrich the study of learning media development by extending the application of the DDDE model to the realm of digital learning based on multiple representations and STEAM. The resulting platform strengthens Ainsworth's theory regarding the effectiveness of multiple representations in deepening conceptual understanding and supports Jonassen's constructivist approach, which emphasizes the importance of exploration- and reflection-based learning experiences.

Meanwhile, from a practical perspective, the development of PDMR provides an alternative digital learning medium relevant to the needs of the hybrid and transformative learning era. This platform can be used by lecturers and science educators to create interactive, visual, and collaborative learning experiences without relying entirely on face-to-face learning. Furthermore, this platform can also function as a learning hub that integrates materials, simulations, STEAM projects, and conceptual reflection into one integrated digital system.

7. Further Research Recommendations

Further research is recommended to expand the pilot to a large-scale implementation stage involving various science courses, so that the platform's effectiveness can be measured in more diverse contexts. Furthermore, future research could add artificial intelligence (AI)-based features for personalized learning and learning analytics to monitor students' cognitive development in real time.

References

- [1] S. Ainsworth, "DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations," *Learning and instruction*, vol. 16, no. 3, pp. 183-198, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- [2] D. F. Treagust, R. Duit, and H. E. Fischer, *Multiple representations in physics education*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2017.
- [3] E. M. Alwafi, "The effect of learner-generated digital materials on learners' deep learning approach and self-efficacy," *Journal of Education and E-Learning Research*, vol. 10, no. 3, pp. 415-420, 2023.
- [4] B. Prahani et al., "A profile of physics multiple representation ability of senior high school students on heat material," in *Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1760, No. 1, p. 012020)*. IOP Publishing, 2021.
- [5] T. I. Hartini, I. R. Ermawati, M. Martin, N. N. Sari, N. D. Septiyani, and E. Sagita, "Effectiveness of Multiple Representation-Based Mechanics Lectures Using YouTube Video Content on Concept Mastery," *JURNAL PENELITIAN PEMBELAJARAN FISIKA Vp̄pedum̄enu: Universitas PGRI Semarang*, vol. 15, no. 3, pp. 317-323, 2024.
- [6] J. K. Gilbert, *The role of models and modeling in science education*. New York: Routledge, 2010.
- [7] S. Khairillah and T. I. Hartini, "The effect of collaborative teamwork learning model on work and energy matter based of multi representations on physics learning outcomes," *Omega J. Fis. and Educator. Phys*, vol. 6, no. 2, pp. 14-20, 2020.
- [8] V. R. Wardani, N. R. Dewi, and S. B. Waluya, "Implementation of the STEAM-integrated challenge-based learning model on students' mathematical representation skills," presented at the Proceedings of the National Mathematics Seminar, 2024.
- [9] I. Budiati, M. S. Hayat, and S. Fatonah, "The potential of STEAM-SDGs integration in science project learning at SMK Bina Utama Kendal," *Jurnal Pendidikan MIPA*, vol. 15, no. 1, pp. 148-155, 2020. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i1.2451>

- [10] W. Mubarak and S. Anugrah, "Analysis of virtual reality-based learning media through the steam approach to improve high school students' understanding of concepts," *Al-Irsyad Journal of Physics Education*, vol. 3, no. 2, pp. 57-68, 2024. <https://doi.org/10.58917/ijpe.v3i2.118>
- [11] M. Y. Kua, A. Gelu, S. Kusairi, and F. Ngongo, "Optimizing the online physics learning platform through teacher training to increase middle school students' learning motivation," *I-Com: Indonesian Community Journal*, vol. 5, no. 3, pp. 1279-1288, 2025. <https://doi.org/10.70609/i-com.v5i3.7782>
- [12] M. Shchevliagin and D. Koroleva, "Four scenarios of personalized learning integration mediated by a digital platform," *Turkish Online Journal of Distance Education*, vol. 25, no. 2, pp. 76-95, 2024. <https://doi.org/10.17718/tojde.1267577>
- [13] D. Vaillant, E. R. Zidán, and G. Bentancor-Biagas, "Plan CEIBAL and the incorporation of digital tools and platforms in the teaching of mathematics according to the teachers' perceptions," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 17, no. 12, p. em2037, 2021. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11307>
- [14] J. M. Czum, "Dive into deep learning," *Journal of the American College of Radiology*, vol. 17, no. 5, pp. 637-638, 2020.
- [15] X.-Y. Wu, "Exploring the effects of digital technology on deep learning: a meta-analysis," *Education and Information Technologies*, vol. 29, no. 1, pp. 425-458, 2024. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12307-1>
- [16] S. Hastuti, A. Ansar, and N. Hermawan, "Application of deep learning technology in digital education," *Journal of Research. Educator Science. Indonesia*, vol. 4, no. 2, pp. 359-365, 2025.
- [17] A. Widodo and N. Hidayah, "Technology integration in science learning: Analysis of the need for multiple representation media," *Indonesian Journal of Science Education*, vol. 10, no. 4, pp. 563-578, 2022.
- [18] A. Hidayat, D. Rahmawati, and R. Purwanti, "Digital learning challenges in science education: Between conceptual understanding and technological adaptation," *Journal of Physics Education Research*, vol. 11, no. 2, pp. 45-58, 2023.
- [19] S. Z. Beers, *21st century skills: Preparing students for their future*. Columbus: Pearson, 2011.
- [20] G. Yakman and H. Lee, "Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea," *Journal of the Korean Association for Science Education*, vol. 32, no. 6, pp. 1072-1086, 2012.
- [21] S. M. Alessi and S. R. Trollip, *Multimedia for learning: Methods and development*, 3rd ed. Boston: Allyn & Bacon, 2001.
- [22] M. D. Gall, J. P. Gall, and W. R. Borg, *Educational research: An introduction*, 7th ed. Boston: Pearson, 2003.
- [23] Sugiyono, *Research and development (R&D) methods*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- [24] S. Thiagarajan, D. S. Semmel, and M. I. Semmel, *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Bloomington: Indiana University, 1974.
- [25] M. B. Miles, A. M. Huberman, and J. Saldaña, *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*, 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2014.
- [26] D. H. Jonassen, *Designing constructivist learning environments*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.
- [27] E. Perignat and J. Katz-Buonincontro, "STEAM in practice and research: An integrative literature review," *Thinking skills and creativity*, vol. 31, pp. 31-43, 2019.
- [28] J. Biggs and C. Tang, *Teaching for quality learning at university*. Maidenhead, UK: McGraw-Hill Education, 2011.

PAJAK

Tanggal	No Kwitansi	Item	Harga (Rp)	Satuan	Volume	Jumlah (Rp)	Pajak
11/11/2025	160	Pembayaran pajak				77.500	
Jumlah Pajak						77.500	