

Feasibility and Student Responses to A Project-Based Learning E-Module Assisted by Google Sites for History of Physics

Hutri Handayani Isra^a , Fatma Hamid^a 

Pendidikan Fisika, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

Email: hutrihandayani@unkhair.ac.id

Abstract

This study evaluates expert-rated feasibility and student perceptions of a project-based learning e-module using Google Sites for History of Physics. A descriptive quantitative product-evaluation design was used to examine product assessments, expert appraisal of the evaluation instruments, lecturer assessments, and a 17-item student response questionnaire. The revised metadata identify 50 eligible students and 47 complete responses, although this figure still requires reconciliation with earlier archive counts. Recalculated unweighted component means were 85.71% for media, 64.80% for content, and 90.00% for language. Expert appraisal of the instruments yielded 90%, 91.25%, and 92.25%; these values are interpreted as content and presentation feasibility judgments rather than comprehensive psychometric validation. Lecturer assessment across 18 indicators averaged 83.33%. Student item scores directly related to the e-module ranged from 85.16% to 90.32%, with the highest score concerning perceived clarity for independent study. Two negatively worded items require reverse scoring ($x' = 6 - x$), and no empirical reliability coefficient is reported because the individual response matrix was unavailable. The findings identify content alignment and presentation as priorities for revision and describe perceived usability and acceptance without establishing effects on learning outcomes.

Article History:

Received 04 March 2026
Accepted 26 April 2026

Keywords:

E-module;
Google Sites;
Project-Based Learning;
History of Physics;
Physics education;
Student response.

© 2026 The Authors. This open access article is distributed under a CC-BY License.

How to Cite:

Isra, H. H., & Hamid, F. (2026). Feasibility and Student Responses to A Project-Based Learning E-Module Assisted by Google Sites for History of Physics. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 4(2), 350-362. <https://doi.org/10.47945/search.v4i2.3427>

PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam pendidikan tinggi telah memperluas bentuk dan fungsi bahan ajar. Bahan ajar tidak lagi hanya berfungsi sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai lingkungan belajar yang menghubungkan teks, visual, video, aktivitas, penugasan, dan umpan balik dalam satu ekosistem. Dalam konteks pendidikan fisika, kebutuhan tersebut semakin relevan karena pembelajaran menuntut mahasiswa menghubungkan representasi konseptual, perkembangan gagasan ilmiah, eksperimen, serta konteks historis dan sosial ilmu pengetahuan. Sumber belajar digital yang dirancang secara pedagogis dapat memberi ruang bagi mahasiswa untuk mengakses materi secara fleksibel, mengulang bagian yang belum dipahami, dan membangun pengalaman belajar yang lebih mandiri. Sejarah Fisika merupakan bidang yang memiliki karakter khusus. Mahasiswa tidak hanya berhadapan dengan urutan peristiwa, nama ilmuwan, dan periode perkembangan ilmu, tetapi juga perlu memahami perubahan gagasan, bukti eksperimental, serta keterkaitan antarkonsep. Pada materi perkembangan optik serta listrik dan magnet, misalnya, pemahaman historis dapat membantu mahasiswa melihat bahwa pengetahuan fisika berkembang melalui proses panjang, perdebatan, pengujian, dan revisi teori. Apabila materi semacam ini hanya disampaikan melalui teks linear dan ceramah, terdapat risiko pembelajaran dipersepsi sebagai hafalan kronologi dan kurang memberikan pengalaman eksploratif. (Hartley et al., 2020; van Alten et al., 2020).

Data respons yang tersedia menunjukkan bahwa pengalaman mahasiswa terhadap mata kuliah dan media perlu dibaca secara hati-hati. Dua butir berorientasi negatif, yaitu kebosanan selama perkuliahan (53,54%) dan persepsi kesulitan materi (56,12%), tidak dapat digabungkan secara langsung dengan butir positif tanpa pembalikan skor. Karena itu, analisis artikel ini memisahkan deskripsi per butir dari skor agregat dan menempatkan respons mahasiswa sebagai data persepsi, bukan sebagai bukti efektivitas pembelajaran.

Salah satu bentuk sumber belajar yang dapat digunakan adalah e-modul. E-modul memungkinkan materi disusun secara terstruktur sekaligus mengintegrasikan elemen multimedia. Dalam pendidikan fisika, integrasi tersebut penting karena konsep dapat disajikan melalui kombinasi narasi, gambar, video, simulasi, dan aktivitas proyek. Pengembangan e-modul berbasis PjBL juga telah digunakan dalam pembelajaran fisika untuk mendorong keterlibatan aktif peserta didik dan menyediakan aktivitas belajar yang tidak berhenti pada penerimaan informasi (Fadhilah et al., 2023). Studi pengembangan e-modul fisika lain menunjukkan bahwa penggabungan model berbasis proyek dengan sumber belajar digital dapat diarahkan pada validitas, kepraktisan, dan efektivitas produk (Yulkifli et al., 2022). Penelitian pengembangan lain juga menunjukkan kelayakan media fisika berbasis web dan Google Sites untuk mendukung penyajian konsep melalui beragam representasi (Bahari et al., 2023; Purba et al., 2024).

Google Sites menjadi salah satu platform yang relevan karena memungkinkan materi disajikan melalui laman web yang dapat diakses dengan perangkat yang lazim digunakan mahasiswa. Keunggulan praktisnya bukan hanya pada distribusi materi, tetapi juga pada kemampuan mengintegrasikan tautan, video, gambar, dokumen, dan sumber eksternal tanpa mengharuskan mahasiswa memasang aplikasi khusus. Dalam penelitian yang secara spesifik mengembangkan e-modul Sejarah Fisika berbasis PjBL terintegrasi Google Sites, Rahman et al. (2025) melaporkan validitas dan respons mahasiswa yang positif. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi Google Sites dan PjBL memiliki landasan empiris untuk terus dikaji pada konteks pembelajaran Sejarah Fisika. Temuan pada pembelajaran fisika juga menunjukkan bahwa Google Sites dapat dikembangkan sebagai media yang layak dan berkaitan dengan penguasaan konsep serta kreativitas peserta didik (Islanda & Darmawan, 2023; Johdi et al., 2024; Munawirah et al., 2024).

Project Based Learning (PjBL) memberi kerangka pedagogis agar teknologi tidak berhenti sebagai wadah penyimpanan materi. Namun, label PjBL perlu didukung oleh bukti kegiatan seperti pertanyaan pengarah, penyelidikan, perencanaan, pemantauan, produk, dan refleksi. Kajian PjBL di pendidikan tinggi juga menekankan pentingnya membedakan capaian, proses, dan instrumen pengukurannya (Guo et al., 2020; Wu et al., 2021). Oleh sebab itu, penelitian ini tidak menyimpulkan dampak PjBL terhadap hasil belajar hanya dari respons mahasiswa.

Meskipun demikian, kelayakan media digital tidak dapat ditentukan hanya dari tampilan atau respons pengguna. Produk pendidikan harus memperhatikan sekurang-kurangnya tiga lapisan kualitas: kualitas media, kualitas substansi materi, dan kualitas bahasa. Produk dapat sangat menarik secara visual tetapi belum optimal secara akademik; sebaliknya, materi yang akurat dapat kehilangan efektivitas apabila sulit diakses atau disajikan dengan bahasa yang tidak komunikatif. Karena itu, validasi multipihak menjadi penting untuk memetakan kekuatan dan bagian yang perlu direvisi.

Data penelitian ini menarik karena memperlihatkan pola yang tidak sepenuhnya seragam. Validasi produk oleh ahli media mencapai 85% dan ahli bahasa 90%, keduanya berkategori sangat layak, sementara ahli materi memberikan rata-rata 64% dengan kategori layak. Pada tingkat komponen materi, kesesuaian uraian memperoleh 61%, keakuratan 66%, kemutakhiran 66%, teknik penyajian 63%, dan pendukung penyajian 68%. Pola ini menyediakan ruang analisis yang lebih

bermakna daripada sekadar menyatakan produk layak, karena menunjukkan adanya kesenjangan antara kualitas pengalaman digital dan kekuatan substansi materi.

Respons mahasiswa pada butir yang secara langsung berkaitan dengan penggunaan e-modul berada pada rentang 85,16%–90,32%. Skor tertinggi terdapat pada kejelasan isi untuk belajar mandiri (90,32%), diikuti antusiasme/ketertarikan menggunakan e-modul (89,03%) serta dukungan gambar, video, dan simulasi (88,38%). Temuan ini menunjukkan penerimaan dan persepsi penggunaan yang positif pada tingkat butir, tetapi tidak identik dengan peningkatan hasil belajar atau kemampuan belajar mandiri.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan: (1) mendeskripsikan kelayakan e-modul menurut bidang penilaian media, materi, dan bahasa; (2) menjelaskan hasil telaah ahli terhadap instrumen sebagai bukti awal kelayakan isi dan penyajian; dan (3) menganalisis respons mahasiswa pada tingkat butir untuk menentukan prioritas perbaikan produk. Integrasi Sejarah Fisika, PjBL, dan Google Sites tidak diposisikan sebagai kebaruan utama karena telah dilaporkan oleh Rahman et al. (2024, 2025). Kontribusi artikel ini pada analisis diagnostik yang mempertemukan penilaian produk, telaah instrumen, penilaian dosen dan mahasiswa untuk mengidentifikasi prioritas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain evaluasi produk secara deskriptif kuantitatif. Analisis dibatasi pada data yang terdokumentasi berupa penilaian produk oleh ahli, telaah instrumen, penilaian dosen, dan respons mahasiswa. Naskah ini tidak mengadopsi secara retrospektif model ADDIE atau 4D sebagai metode penelitian tanpa dokumentasi tahapan pengembangan yang lengkap pada kumpulan data yang dianalisis.

Produk yang dievaluasi adalah e-modul pembelajaran Sejarah Fisika berbasis model Project Based Learning berbantuan Google Sites. Berdasarkan butir instrumen, isi e-modul mencakup materi perkembangan optik serta listrik dan magnet pada tiap periode. Produk mengintegrasikan materi tertulis dengan gambar atau ilustrasi, video, simulasi, dan virtual laboratory. E-modul dirancang untuk dapat diakses melalui smartphone maupun laptop dan digunakan mahasiswa dalam belajar mandiri maupun dalam kegiatan perkuliahan.

Populasi yang dicatat dalam dokumen perbaikan berjumlah 50 mahasiswa aktif Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Khairun pada semester genap tahun akademik 2023/2024. Teknik yang dinyatakan adalah total sampling. Sebanyak 47 mahasiswa memenuhi kriteria dan menyelesaikan kuesioner secara lengkap. Data evaluasi juga mencakup tiga validator ahli dan dua dosen pengampu. Karena arsip sebelumnya memuat jumlah baris respons yang berbeda, angka 47 digunakan sebagai jumlah respons lengkap berdasarkan metadata perbaikan, sedangkan ketidaksesuaian arsip dicatat sebagai keterbatasan yang perlu direkonsiliasi dengan data mentah asli.

Instrumen penilaian produk mencakup aspek media, materi, dan bahasa. Telaah instrumen oleh ahli mencakup substansi, konstruksi, kepraktisan, dan kebahasaan dengan skala 1–4. Persentase telaah ahli diperlakukan sebagai bukti awal kelayakan isi dan penyajian, bukan sebagai pembuktian validitas psikometrik secara keseluruhan atau ukuran kesepakatan antarpemilai. Penilaian dosen terdiri atas 18 indikator yang mencakup kesesuaian CPL/CPMK, sistematika materi, kejelasan, tata letak, multimedia, belajar mandiri, akses, penggunaan, simulasi, laboratorium virtual, dan evaluasi.

Angket respons mahasiswa terdiri atas 17 butir dengan skala Likert 1–5 (1 = sangat tidak setuju sampai 5 = sangat setuju). Butir 3 (kebosanan) dan butir 5 (kesulitan materi) berorientasi negatif. Untuk penghitungan skor searah, kedua butir tersebut harus dibalik dengan rumus $x' = 6 - x$. Persentase mentah per butir tetap dapat ditampilkan untuk menggambarkan respons aktual, tetapi skor agregat hanya boleh dihitung setelah arah kedua butir diseragamkan. Redaksi dan

pengelompokan konstruk pada rancangan instrumen revisi tidak diperlakukan sebagai identik dengan angket lama tanpa bukti penghubung.

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Persentase komponen produk dihitung dari skor tercapai dibanding skor maksimum ideal. Untuk menjaga keterlacakan, artikel membedakan angka ringkasan pada arsip dari rata-rata sederhana hasil hitung ulang komponen. Rata-rata sederhana validasi produk adalah 85,71% untuk media, 64,80% untuk materi, dan 90,00% untuk bahasa. Penilaian dosen dari 18 indikator menghasilkan 83,33%. Pada respons mahasiswa, interpretasi utama dilakukan pada tingkat butir; skor agregat 83,50% dari arsip tidak digunakan sebagai dasar klaim kategori sebelum arah skoring butir negatif dan data mentah individual direkonsiliasi. Koefisien reliabilitas seperti Cronbach's alpha tidak dihitung karena matriks respons individual empiris tidak tersedia pada berkas yang dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil evaluasi produk, telaah instrumen, penilaian dosen, dan respons mahasiswa. Penafsiran difokuskan pada pola skor dan prioritas revisi; perbedaan antarskor tidak disebut signifikan karena tidak dilakukan uji inferensial. Hasil validasi produk e-modul oleh tiga ahli, yaitu ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa, disajikan pada Tabel 3.1. Validasi dilakukan untuk menilai kelayakan e-modul berdasarkan beberapa aspek yang mencakup tampilan, desain, kemudahan penggunaan, aksesibilitas, kesesuaian dan keakuratan materi, teknik penyajian, serta penggunaan bahasa. Persentase hasil penilaian dari masing-masing aspek selanjutnya digunakan untuk menentukan kategori kelayakan produk. Hasil validasi menunjukkan adanya variasi tingkat kelayakan pada setiap komponen yang dinilai, dengan persentase rata-rata yang berbeda antara ahli media, ahli materi, dan ahli Bahasa sebagaimana tabel berikut.

Tabel 1. Hasil validasi produk e-modul

Validator/Aspek	Komponen	Persentase	Kategori
Ahli Media	Ukuran e-modul berbantuan Google Sites	86%	Sangat layak
Ahli Media	Desain cover	82%	Sangat layak
Ahli Media	Desain isi	82%	Sangat layak
Ahli Media	Desain tampilan	80%	Layak
Ahli Media	Kemudahan interaktif	90%	Sangat layak
Ahli Media	Aksesibilitas	90%	Sangat layak
Ahli Media	Standar kepatuhan	90%	Sangat layak
Rata-rata ahli media		85%	Sangat layak
Ahli Materi	Kesesuaian uraian materi	61%	Layak
Ahli Materi	Keakuratan materi	66%	Layak
Ahli Materi	Kemutakhiran materi	66%	Layak
Ahli Materi	Teknik penyajian	63%	Layak
Ahli Materi	Pendukung penyajian	68%	Layak
Rata-rata ahli materi		64%	Layak
Ahli Bahasa	Keakuratan penggunaan bahasa	90%	Sangat layak
Ahli Bahasa	Komunikatif	100%	Sangat layak
Ahli Bahasa	Kesesuaian dengan perkembangan mahasiswa	80%	Layak
Rata-rata ahli bahasa		90%	Sangat layak

Berdasarkan hitung ulang sederhana atas komponen pada Tabel 3.1, rata-rata aspek media adalah 85,71%. Nilai tertinggi terdapat pada kemudahan interaktif, aksesibilitas, dan standar kepatuhan (masing-masing 90%), sedangkan desain tampilan memperoleh 80%. Pola ini menunjukkan kekuatan relatif pada fungsi dan akses, dengan ruang perbaikan pada konsistensi tampilan dan navigasi.

Pada aspek bahasa, rata-rata 90% menunjukkan kualitas bahasa yang sangat layak. Komponen komunikatif mencapai 100%, keakuratan penggunaan bahasa 90%, dan kesesuaian dengan perkembangan mahasiswa 80%. Hasil ini mengindikasikan bahwa bahasa e-modul pada umumnya mampu menjembatani isi materi dengan pembaca mahasiswa, meskipun penyesuaian terhadap karakteristik perkembangan dan kebutuhan mahasiswa masih dapat ditingkatkan.

Pada aspek materi, rata-rata sederhana komponen adalah 64,80%. Kesesuaian uraian materi memperoleh 61%, keakuratan dan kemutakhiran masing-masing 66%, teknik penyajian 63%, dan pendukung penyajian 68%. Nilai ini lebih rendah daripada media dan bahasa sehingga revisi substansi, keterhubungan tujuan-materi-proyek-evaluasi, serta verifikasi sumber menjadi prioritas utama. Hasil Validasi instrumen

Hasil validasi instrumen yang diperoleh dari penilaian tiga ahli, yaitu Ahli Media, Ahli Materi, dan Ahli Bahasa. Penilaian mencakup empat aspek utama: substansi, konstruksi, praktibilitas, dan kebahasaan. Ahli Media memberikan rata-rata skor sebesar 90%, Ahli Materi memperoleh rata-rata 91,25%, dan Ahli Bahasa memberikan rata-rata 92,25%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh instrumen yang dinilai berada dalam kategori sangat layak dan valid untuk digunakan. Informasi selengkapnya mengenai rincian persentase skor penilaian dari para validator untuk setiap aspek dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi validasi instrumen

Validator	Substansi	Konstruksi	Praktibilitas	Kebahasaan	Rata-rata
Ahli Media	100%	80%	100%	80%	90%
Ahli Materi	100%	100%	85%	80%	91,25%
Ahli Bahasa	80%	94%	95%	100%	92,25%

Telaah instrumen menghasilkan persentase 90% dari ahli media, 91,25% dari ahli materi, dan 92,25% dari ahli bahasa. Persentase ini menunjukkan penilaian kelayakan isi dan penyajian menurut ahli pada aspek substansi, konstruksi, kepraktisan, dan kebahasaan. Nilai tersebut tidak diperlakukan sebagai koefisien validitas psikometrik, Aiken's V, CVI, atau reliabilitas.

Masukan ahli perlu ditindaklanjuti pada orientasi butir negatif, penyederhanaan kalimat yang berpotensi ambigu, konsistensi istilah, dan kejelasan petunjuk pengisian. Karena matriks respons individual empiris tidak tersedia, konsistensi internal instrumen belum dapat ditetapkan. Analisis reliabilitas pada penelitian berikutnya perlu dilakukan setelah pembalikan butir negatif dan pemeriksaan kesesuaian butir terhadap konstruk yang diukur. Hasil penilaian dosen mata kuliah terhadap e-modul disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3 Ringkasan penilaian dosen mata kuliah terhadap e-modul

Kelompok indikator	Temuan utama	Persentase
Kesesuaian materi	Kesesuaian CPL/CPMK; urutan; bahasa; layout; media & diskusi	80% / indikator
Aksesibilitas	Dapat diakses melalui smartphone maupun laptop	100%
Usabilitas	E-modul mudah digunakan	100%
Petunjuk penggunaan	Cara penggunaan mudah dipahami	100%
Kreativitas	Mendukung kreativitas; simulasi; virtual lab & evaluasi sesuai isi	80% / indikator
Rata-rata penilaian keseluruhan dosen mata kuliah		83,33%

Berdasarkan 18 indikator, penilaian dosen mata kuliah menghasilkan rata-rata 83,33%. Tiga indikator mencapai 100%, yaitu akses melalui smartphone/laptop, kemudahan penggunaan, dan kejelasan petunjuk penggunaan; indikator lainnya tercatat 80%. Hasil ini mendukung interpretasi kepraktisan penggunaan, tetapi tidak digunakan untuk menyimpulkan efektivitas terhadap capaian belajar.

Nilai 80% pada kesesuaian CPL/CPMK, sistematika materi, video, ilustrasi, aktivitas diskusi, belajar mandiri, kreativitas, simulasi, virtual lab, dan evaluasi menunjukkan bahwa fungsi pedagogis

produk telah terakomodasi, tetapi masih tersedia ruang untuk penyempurnaan. Dalam pengembangan bahan ajar digital, kondisi ini wajar karena kualitas produk merupakan hasil interaksi antara konten, media, strategi pembelajaran, dan karakter pengguna. Respon siswa terhadap e-modul dan kegiatan perkuliahan tampak dalam tabel berikut:

Tabel 4. Respons mahasiswa terhadap e-modul dan kegiatan perkuliahan

Pernyataan ringkas	Persentase
Antusias/semangat saat perkuliahan Sejarah Fisika	86,46%
Suka pada perkuliahan Sejarah Fisika	86,45%
Mudah bosan ketika perkuliahan berlangsung	53,54%
Mengerjakan tugas Sejarah Fisika dengan baik	86,45%
Persepsi materi Sejarah Fisika sulit	56,12%
E-modul membuat lebih memperhatikan penyampaian submateri	85,16%
Gambar, video, dan simulasi membuat tidak bosan	88,38%
Isi e-modul jelas dan mudah dipelajari mandiri	90,32%
E-modul PjBL-Google Sites meningkatkan antusiasme mengikuti perkuliahan	89,03%
E-modul membantu lebih fokus mengikuti perkuliahan	88,38%
E-modul membantu memahami materi sejarah perkembangan optik dan listrik magnet	85,80%
Materi dalam e-modul mudah dimengerti	86,45%
E-modul membuat lebih tertarik mengikuti kegiatan perkuliahan	89,03%
E-modul membantu lebih cepat memahami perkembangan optik dan listrik magnet	88,38%
Kombinasi visual dan audio menyampaikan materi lebih baik dan jelas	86,66%
E-modul mudah digunakan mahasiswa	87,09%
Mendukung penggunaan e-modul dalam kegiatan perkuliahan	85,80%

*Kategori tidak diterapkan ulang dalam artikel revisi karena dasar ambang kategorisasi pada arsip belum dapat diverifikasi. Butir 3 dan 5 merupakan butir negatif dan memerlukan reverse scoring untuk analisis agregat.

Respons mahasiswa dianalisis terutama pada tingkat butir. Skor tertinggi adalah kejelasan isi e-modul untuk dipelajari secara mandiri (90,32%). Butir mengenai antusiasme/ketertarikan dengan e-modul mencapai 89,03%, sedangkan dukungan gambar, video, dan simulasi, fokus mengikuti perkuliahan, serta persepsi lebih cepat memahami materi mencapai 88,38%. Persentase tersebut menggambarkan persepsi pengguna terhadap pengalaman belajar dan kemudahan penggunaan.

Butir 9 dan 13 masing-masing memperoleh 89,03%. Keduanya berkaitan dengan antusiasme dan ketertarikan mahasiswa mengikuti perkuliahan setelah menggunakan e-modul. Butir 7, 10, dan 14 masing-masing memperoleh 88,38%, yang menunjukkan respons positif terhadap integrasi gambar, video, simulasi, fokus dalam perkuliahan, dan kecepatan memahami materi. Butir 16 mengenai kemudahan penggunaan memperoleh 87,09%, sedangkan dukungan terhadap penggunaan e-modul dalam perkuliahan pada butir 17 memperoleh 85,80%.

Butir 3 (kebosanan, 53,54%) dan butir 5 (kesulitan materi, 56,12%) merupakan butir negatif. Persentase pada tabel ditampilkan sebagai skor mentah untuk menunjukkan tingkat respons terhadap pernyataan tersebut. Dalam penghitungan skor total searah, keduanya harus dibalik dengan $x' = 6 - x$. Karena matriks respons individual empiris tidak tersedia pada berkas artikel, penelitian ini tidak menghitung ulang skor total dan reliabilitas secara empiris; angka agregat arsip dibaca dengan kehati-hatian.

Kelayakan media dan aksesibilitas sebagai fondasi pembelajaran digital

Hasil validasi ahli media sebesar 85% memperlihatkan bahwa e-modul memiliki fondasi teknis dan visual yang kuat. Nilai 90% pada kemudahan interaktif dan aksesibilitas penting dalam konteks pendidikan tinggi karena bahan ajar digital hanya efektif apabila mahasiswa dapat mengakses dan

menavigasinya tanpa hambatan yang tidak perlu. Penilaian dosen mata kuliah menguatkan temuan ini: akses melalui smartphone maupun laptop, kemudahan penggunaan, dan kemudahan memahami cara penggunaan masing-masing memperoleh 100%. Konsistensi antara penilaian ahli dan dosen menunjukkan bahwa aksesibilitas bukan hanya atribut desain, tetapi menjadi pengalaman penggunaan yang teramati.

Google Sites relevan untuk kebutuhan tersebut karena berfungsi sebagai platform berbasis web yang dapat menggabungkan berbagai format sumber belajar. Dalam penelitian pengembangan media berbasis Google Sites dan PjBL, platform ini telah digunakan untuk menyusun media yang terintegrasi dengan aktivitas proyek pada berbagai konteks pendidikan (Lestari et al., 2024; Nora et al., 2026). Pada pendidikan fisika, keberadaan media digital yang dapat diakses melalui perangkat personal dapat memperluas kesempatan belajar di luar jam tatap muka dan mendukung pembelajaran yang lebih fleksibel. Studi pengembangan Google Sites pada berbagai konteks juga melaporkan kelayakan media berbasis web untuk mendukung pembelajaran (Ciung et al., 2022; Juhairiah et al., 2022).

Meskipun aksesibilitas tinggi, desain tampilan memperoleh 80%, lebih rendah daripada interaktivitas dan aksesibilitas. Temuan ini memberi arah revisi yang konkret. Pengembang dapat memperbaiki konsistensi hierarki visual, navigasi antarhalaman, keseimbangan teks dan visual, keterbacaan pada layar kecil, serta penempatan aktivitas PjBL. Perbaikan desain tidak perlu diarahkan pada dekorasi berlebihan; prioritasnya adalah mengurangi beban navigasi dan membantu mahasiswa mengenali urutan belajar.

Project Based Learning, multimedia, dan keterlibatan mahasiswa

Respons mahasiswa menunjukkan bahwa elemen multimedia berhubungan dengan pengalaman belajar yang positif. Pernyataan bahwa gambar, video, dan simulasi membuat mahasiswa tidak bosan memperoleh 88,38%. Kombinasi visual dan audio juga memperoleh 86,66%. Dalam pembelajaran Sejarah Fisika, multimedia dapat berfungsi untuk mengonkretkan perkembangan eksperimen, perangkat, fenomena, dan perubahan model konseptual yang sulit dipahami apabila hanya dijelaskan melalui teks. Penggunaan Google Sites dalam fisika juga telah diteliti dalam kaitannya dengan penguasaan konsep dan kreativitas (Johdi et al., 2024; Munawirah et al., 2024).

Integrasi PjBL memberi peluang agar multimedia tidak hanya dikonsumsi secara pasif. Mahasiswa dapat diarahkan menggunakan sumber digital untuk menelusuri perkembangan konsep, membandingkan periode, mendokumentasikan temuan, atau menghasilkan produk proyek. Fadhillah et al. (2023) menempatkan e-modul berbasis PjBL sebagai alternatif untuk mengatasi pasifnya peserta didik dalam pembelajaran fisika. Yulkifli et al. (2022) juga mengembangkan e-modul fisika terintegrasi PjBL pada smartphone dengan orientasi valid, praktis, dan efektif. Temuan-temuan tersebut mendukung argumentasi bahwa desain e-modul sebaiknya menggabungkan konten digital dengan struktur aktivitas belajar. Bukti yang lebih luas mengenai PjBL menunjukkan bahwa aktivitas proyek perlu dinilai tidak hanya dari persepsi, tetapi juga dari hasil kognitif, perilaku, proses, dan produk yang dihasilkan mahasiswa (Guo et al., 2020; Wu et al., 2021).

Data penelitian ini belum mengukur kreativitas, kolaborasi, atau hasil belajar secara langsung. Oleh karena itu, kontribusi PjBL dalam artikel ini dibahas pada level desain pedagogis dan respons mahasiswa, bukan sebagai bukti peningkatan kemampuan tertentu. Pembatasan klaim tersebut penting agar kesimpulan tetap sejalan dengan data. Penelitian lanjutan dapat memasukkan rubrik proyek, observasi kolaborasi, tes hasil belajar, atau pengukuran keterampilan berpikir tingkat tinggi untuk menilai dampak PjBL secara lebih komprehensif.

E-modul dan dukungan terhadap belajar mandiri

Butir dengan respons tertinggi adalah kejelasan isi e-modul sehingga mahasiswa mudah mempelajarinya secara mandiri, yaitu 90,32%. Hasil ini memberi makna pedagogis yang kuat karena pembelajaran di perguruan tinggi menuntut mahasiswa mengambil tanggung jawab lebih besar terhadap proses belajarnya. E-modul yang jelas, dapat diakses berulang, dan mengintegrasikan berbagai sumber memungkinkan mahasiswa mengatur tempo belajar sesuai kebutuhan. Dukungan terhadap belajar mandiri juga berkaitan dengan kemampuan regulasi diri mahasiswa dalam mengelola sumber belajar dan perhatian selama proses belajar (Hartley et al., 2020; van Alten et al., 2020).

Respons 86,45% pada kemudahan memahami materi dan 85,80% pada pemahaman sejarah perkembangan optik serta listrik magnet memperkuat gambaran tersebut. Akan tetapi, respons mahasiswa perlu dibaca bersama validasi ahli materi. Mahasiswa dapat merasakan materi mudah digunakan dan menarik, tetapi ahli materi masih menemukan ruang perbaikan pada kesesuaian uraian, keakuratan, kemutakhiran, dan teknik penyajian. Dengan demikian, kualitas pengalaman pengguna dan kualitas akademik konten merupakan dua dimensi yang saling melengkapi, bukan saling menggantikan.

Perbedaan tersebut merupakan salah satu temuan paling penting dari penelitian. Jika evaluasi hanya mengandalkan respons mahasiswa, pengembang mungkin menyimpulkan bahwa produk telah optimal. Sebaliknya, validasi ahli materi menunjukkan bahwa revisi substansi tetap diperlukan. Dalam pengembangan bahan ajar, triangulasi perspektif semacam ini membantu menghasilkan keputusan revisi yang lebih proporsional.

Kesenjangan antara Kualitas Media dan Kualitas Materi

Rata-rata sederhana ahli media (85,71%) dan ahli bahasa (90,00%) lebih tinggi daripada ahli materi (64,80%). Perbedaan ini bersifat deskriptif, bukan perbedaan yang telah diuji secara statistik. Secara diagnostik, pola tersebut menunjukkan bahwa kualitas tampilan, akses, dan bahasa dinilai lebih kuat daripada substansi materi, sehingga revisi isi perlu menjadi prioritas.

Komponen kesesuaian uraian materi memperoleh 61%, nilai terendah dalam validasi produk. Revisi dapat diarahkan pada keterhubungan antara tujuan pembelajaran, struktur materi, aktivitas proyek, dan evaluasi. Keakuratan dan kemutakhiran materi yang masing-masing memperoleh 66% dapat diperkuat melalui pemeriksaan sumber ilmiah primer atau buku rujukan mutakhir, verifikasi kronologi sejarah fisika, dan penjelasan yang membedakan konteks historis dari interpretasi modern. Teknik penyajian sebesar 63% dapat ditingkatkan melalui urutan konsep yang lebih eksplisit, peta perkembangan gagasan, pertanyaan pemantik, serta rangkuman konseptual di akhir bagian.

Pendukung penyajian memperoleh 68%, tertinggi di antara komponen materi, tetapi tetap berada pada kategori layak. Hal ini menunjukkan bahwa gambar, video, simulasi, atau sumber pendukung sudah memberi kontribusi, namun integrasinya dengan substansi dapat dibuat lebih erat. Setiap media sebaiknya memiliki fungsi instruksional yang jelas: menjelaskan konsep, menyediakan bukti historis, memantik analisis, atau menjadi bagian dari proyek mahasiswa.

Makna Respons Mahasiswa terhadap Minat dan Perhatian

Aspek minat memperlihatkan bahwa mahasiswa pada dasarnya memiliki sikap positif terhadap perkuliahan. Antusiasme awal mencapai 86,46% dan kesukaan terhadap perkuliahan 86,45%. Setelah e-modul digunakan, perhatian terhadap penyampaian submateri mencapai 85,16%, sementara antusiasme terhadap perkuliahan dengan e-modul mencapai 89,03%. Pola ini

menunjukkan bahwa media digital dapat diposisikan sebagai sarana mempertahankan dan mengarahkan minat yang sudah ada menuju keterlibatan yang lebih terstruktur.

Pada aspek perhatian, nilai berada pada rentang yang relatif konsisten: fokus mengikuti perkuliahan 88,38%, kemudahan memahami materi 85,80%-86,45%, ketertarikan 89,03%, dan percepatan memahami perkembangan optik serta listrik magnet 88,38%. Konsistensi ini memberi indikasi bahwa mahasiswa menerima e-modul secara positif pada beberapa dimensi pengalaman belajar, bukan hanya pada satu fitur.

Dua butir negatif mengenai kebosanan dan kesulitan materi tidak boleh ditafsirkan dengan arah yang sama seperti butir positif. Dalam analisis agregat, skor harus dibalik menggunakan $x' = 6 - x$. Pelaporan penelitian berikutnya perlu menyertakan matriks data individual anonim, aturan skoring, kriteria kategori, dan koefisien reliabilitas yang dihitung dari data empiris sehingga interpretasi skor dapat direplikasi.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu dan Posisi Kebaruan

Penelitian Rahman et al. (2025) secara khusus melaporkan pengembangan e-modul Sejarah Fisika berbasis PjBL terintegrasi Google Sites dan menemukan validitas serta respons mahasiswa yang positif. Kedekatan topik tersebut menunjukkan bahwa pengembangan sumber belajar digital pada Sejarah Fisika telah memperoleh dukungan empiris. Artikel ini menekankan pembacaan yang lebih diagnostik terhadap komponen validasi: tingginya respons pengguna perlu dibahas berdampingan dengan variasi skor antarvalidator, khususnya rendahnya skor materi dibandingkan media dan bahasa. Pada konteks Google Sites dan fisika, penelitian lain juga melaporkan kelayakan, efektivitas, atau hubungan positif dengan penguasaan konsep dan kreativitas (Islanda & Darmawan, 2023; Johdi et al., 2024; Munawirah et al., 2024; Purba et al., 2024).

Pada konteks yang lebih luas, pengembangan e-modul fisika berbasis proyek juga dilaporkan pada materi lain. Dewi et al. (2024) mengembangkan e-modul fisika berbasis PjBL untuk kemampuan menganalisis, sedangkan Yulkifli et al. (2022) mengintegrasikan PjBL dan pendekatan Ethno-STEM pada smartphone. Kesamaan dari studi-studi tersebut adalah upaya menggeser bahan ajar digital dari fungsi dokumentasi menjadi perangkat yang menstrukturkan aktivitas belajar. Secara umum, hasil tersebut sejalan dengan bukti bahwa PjBL dapat memberi struktur pada pembelajaran melalui proyek dan produk nyata, walaupun pengukuran dampaknya perlu menggunakan indikator yang sesuai (Chen & Yang, 2019; Guo et al., 2020).

Kontribusi artikel ini tidak terletak pada klaim bahwa kombinasi Sejarah Fisika, PjBL, dan Google Sites merupakan inovasi baru, karena kombinasi serupa telah dilaporkan oleh Rahman et al. (2024, 2025). Posisi artikel ini adalah analisis ulang diagnostik yang mempertemukan penilaian media, materi, bahasa, dosen, dan respons mahasiswa untuk menunjukkan bahwa penerimaan pengguna yang tinggi dapat berjalan berdampingan dengan kebutuhan revisi substansi. Hubungan dataset dan versi produk dengan publikasi terdahulu tetap perlu didokumentasikan secara eksplisit sebelum data digunakan sebagai baseline studi longitudinal.

Implikasi bagi pendidikan fisika. Pertama, pengembangan bahan ajar digital pada pendidikan fisika perlu dimulai dari keselarasan antara tujuan, konten, aktivitas, dan evaluasi. Teknologi sebaiknya dipilih setelah fungsi pedagogis ditentukan. Google Sites dapat menjadi wadah yang efektif ketika setiap halaman memiliki alur belajar yang jelas dan aktivitas PjBL ditempatkan sebagai bagian integral dari materi. Temuan pengembangan media Google Sites juga menegaskan pentingnya keselarasan desain, materi, navigasi, dan evaluasi dalam media berbasis web (Bahari et al., 2023; Ciung et al., 2022; Juhairiah et al., 2022).

Kedua, pembelajaran Sejarah Fisika dapat dikembangkan sebagai ruang untuk membangun pemahaman tentang hakikat ilmu. Kronologi perkembangan optik serta listrik dan magnet dapat disajikan bukan sekadar sebagai urutan tokoh, tetapi sebagai perubahan pertanyaan, eksperimen, model, dan argumentasi ilmiah. Proyek mahasiswa dapat diarahkan pada rekonstruksi sejarah konsep, peta waktu interaktif, analisis eksperimen klasik, atau presentasi digital yang menghubungkan gagasan historis dengan konsep fisika modern.

Ketiga, akses melalui smartphone dan laptop merupakan kekuatan yang harus dipertahankan. Pengembang perlu memastikan desain responsif, ukuran media yang efisien, navigasi sederhana, dan alternatif bagi mahasiswa dengan koneksi terbatas. Aksesibilitas juga mencakup keterbacaan teks, keterangan pada visual, struktur heading, serta penggunaan video yang disertai penjelasan atau transkrip bila memungkinkan.

Keempat, evaluasi produk perlu dilakukan secara berlapis. Ahli media, materi, bahasa, dosen, dan mahasiswa memberikan informasi yang berbeda. Ahli media memeriksa fungsi dan desain; ahli materi menjaga akurasi akademik; ahli bahasa memastikan komunikasi; dosen menilai kesesuaian dengan konteks perkuliahan; dan mahasiswa memberi gambaran pengalaman penggunaan. Keputusan revisi yang kuat sebaiknya mempertimbangkan seluruh sumber tersebut.

Keterbatasan utama penelitian adalah ketidaksesuaian metadata jumlah respons pada arsip, belum tersedianya matriks respons individual empiris untuk menghitung reliabilitas dan merekonsiliasi skor agregat, serta belum lengkapnya dokumentasi keterlaksanaan setiap sintaks PjBL. Selain itu, hubungan dataset dan versi produk dengan publikasi Rahman et al. (2024, 2025) perlu dijelaskan secara eksplisit. Karena itu, hasil dibatasi pada evaluasi kelayakan dan persepsi pengguna dan tidak digunakan untuk menyatakan efek kausal terhadap hasil belajar.

KESIMPULAN

E-modul Sejarah Fisika berbasis Project Based Learning berbantuan Google Sites menunjukkan profil kelayakan yang tidak seragam antarbidang. Hitung ulang sederhana komponen menghasilkan 85,71% untuk media, 64,80% untuk materi, dan 90,00% untuk bahasa. Telaah instrumen oleh ahli menghasilkan 90%, 91,25%, dan 92,25%, tetapi angka tersebut diperlakukan sebagai penilaian kelayakan isi dan penyajian, bukan bukti validitas psikometrik. Penilaian dua dosen pada 18 indikator diringkas sebesar 83,33%, dengan kekuatan utama pada akses, kemudahan penggunaan, dan kejelasan petunjuk.

Respons mahasiswa pada butir yang berkaitan langsung dengan penggunaan e-modul berada pada rentang tinggi, dengan skor tertinggi pada kejelasan isi untuk belajar mandiri (90,32%). Temuan ini mendukung kesimpulan tentang penerimaan dan persepsi kepraktisan, bukan tentang peningkatan hasil belajar, regulasi diri, atau efektivitas PjBL. Prioritas revisi adalah penguatan kesesuaian, keakuratan, kemutakhiran, dan penyajian materi; dokumentasi aktivitas PjBL; serta penguatan bukti pengukuran melalui data individual empiris, aturan reverse scoring yang transparan, dan analisis reliabilitas yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyari, A., Meiliyadi, L. A. D., Sucilestari, R., & Arizona, K. (2024). Exploring student creativity and collaboration through project-based learning with Google Sites. *Jurnal Pendidikan Islam*, 10(2), 308–322. <https://doi.org/10.15575/jpi.v10i2.40215>
- Bahari, F., Wardani, D. A. K., Pascaeka, L., Febrianti, N. A. P., & Nuraini, L. (2023). Rancang bangun media pembelajaran berbasis website Google Sites pada materi astronomi. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 21(1), 53–67. <https://doi.org/10.31571/edukasi.v21i1.5212>

- Chen, C.-H., & Yang, Y.-C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71–81. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Ciung, M. V., Istiqomah, & Taufiq, I. (2022). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis Google Sites pada materi deret aritmatika. *Circle: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 41–50. <https://doi.org/10.28918/circle.v2i01.5100>
- Damayanti, F. R., & Yulianti, D. (2025). Pengembangan bahan ajar Google Sites berbasis Project Based Learning berpendekatan STEM untuk memfasilitasi perkembangan karakter Profil Pelajar Pancasila. *Unnes Physics Education Journal*, 14(2). <https://doi.org/10.15294/upej.v14i2.33501>
- Dewi, I. K. P., Sulistiawati, & Lubis, P. H. M. (2024). Pengembangan e-modul fisika berbasis Project Based Learning untuk meningkatkan kemampuan menganalisis siswa SMK. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(1), 24–33. <https://doi.org/10.24114/jpf.v13i1.49111>
- Fadhilah, J., Nasbey, H., & Sanjaya, L. A. (2023). E-modul fisika berbasis Project Based Learning pada materi fluida. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. <https://doi.org/10.21009/03.1102.PF23>
- Fatra, M., Usmiyatun, U., & Karim, S. (2023). Project-Based Learning model with Google Sites and students' mathematical literacy. *Edutechnium Journal of Educational Technology*, 2(1), 57–71. <https://doi.org/10.71365/edujet.v2i1.43>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Hartley, K., Bendixen, L. D., Gianoutsos, D., & Shreve, E. (2020). The smartphone in self-regulated learning and student success: Clarifying relationships and testing an intervention. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17, 52. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00230-1>
- Hasanah, R. L., Firman, & Desyandri. (2024). Pengembangan media pembelajaran berbasis Google Sites dengan model PjBL pada mata pelajaran matematika di kelas IV sekolah dasar. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 10(4). <https://doi.org/10.36989/didaktik.v10i04.5250>
- Islanda, E., & Darmawan, D. (2023). Pengembangan Google Sites sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan prestasi belajar siswa. *Jurnal Teknodik*, 27(1), 51–62. <https://doi.org/10.32550/teknodik.vi.991>
- Ismail. (2025). Pengembangan e-modul interaktif berbasis Project Based Learning menggunakan Google Sites untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis dan literasi digital siswa kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6(12). <https://doi.org/10.59141/japendi.v6i12.8864>
- Johdi, H., Gunawan, G., Ayub, S., & Kosim, K. (2024). Exploring the correlation between conceptual understanding and creativity using Google Sites in physics learning. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 10(2), 431–436. <https://doi.org/10.29303/jpft.v10i2.7687>
- Juhairiah, S., Kinasih, Q. Y., & Yuwono, D. T. (2022). Pengembangan media pembelajaran berbasis web pada pembelajaran IPA di SLBN-2 Palangka Raya. *Tunas: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(1). <https://doi.org/10.33084/tunas.v8i1.4484>
- Lestari, I. D., Novianti, W., & Novita, M. (2024). Pengembangan media web Google Sites berbasis Project Based Learning untuk siswa SMA kelas X. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(4). <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i4.2108>

- Munawirah, R., Sitompul, S. S., & Hamdani. (2024). The effectiveness of Google Sites on the concept mastery of high school students. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 12(1). <https://doi.org/10.23971/eds.v12i1.7775>
- Nora, D., Frinaldi, A., Sumanti, Fitriasia, A., Hamsidar, & Rambe, K. A. (2026). Integrating Google Sites and project-based learning: Development of digital learning media. *Harmoni Sosial: Jurnal Pendidikan IPS*, 13(1). <https://doi.org/10.21831/hsjpi.v13i1.92949>
- Purba, J., Sigiro, M., & Silaban, B. (2024). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis web Google Sites dengan pendekatan multirepresentasi untuk mengukur kemampuan penguasaan konsep fisika. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan (JKIP)*, 5(3), 750–765. <https://doi.org/10.55583/jkip.v5i3.1097>
- Rahman, M. H., Hamid, F., Isra, H. H., Viyanti, V., Irsan, A., Panigfat, M., & Sahjat, S. (2024). Implementasi e-modul pembelajaran Sejarah Fisika menggunakan Google Site dengan model pembelajaran Project Based Learning pada mahasiswa fisika. *EDUKASI*, 22(2), 849–858. <https://doi.org/10.33387/j.edu.v22i2.8518>
- Rahman, M. H., Hamid, F., Viyanti, V., Isra, H. H., Irsan, A., & Paningfat, M. (2025). Physics history e-module based on project-based learning integrated with Google Sites: Validity and practicality analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 93–105. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v8i1.25671>
- Rooseno, Y., Wiyanto, & Adhi, M. A. (2024). Development of Android based physics e-module with project inside to increase Pancasila student profiles. *Physics Communication*, 8(2). <https://doi.org/10.15294/physcomm.v8i2.46178>
- Savitri, D. I., Bua, M. T., Detagory, W. N., Adiasti, N., & Zativalen, O. (2026). Google Sites-based Project-Based Learning (PjBL) integration model as a structured digital portfolio. *Jurnal Asimilasi Pendidikan*, 4(3), 246–255. <https://doi.org/10.61924/jasmin.v4i3.107>
- van Alten, D. C. D., Phielix, C., Janssen, J., & Kester, L. (2020). Self-regulated learning support in flipped learning videos enhances learning outcomes. *Computers & Education*, 158, 104000. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104000>
- Wu, L. L., Fischer, C., Rodriguez, F., Washington, G. N., & Warschauer, M. (2021). Project-based engineering learning in college: Associations with self-efficacy, effort regulation, interest, skills, and performance. *SN Social Sciences*, 1, 287. <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00286-4>
- Yulkifli, Y., Yohandri, Y., & Azis, H. (2022). Development of physics e-module based on integrated project-based learning model with Ethno-STEM approach on smartphones for senior high school students. *Momentum: Physics Education Journal*, 6(1), 93–103.
- u Sains: Jurnal Pendidikan Sains & Matematika, 12(1). <https://doi.org/10.23971/eds.v12i1.7775>
- Nora, D., Frinaldi, A., Sumanti, Fitriasia, A., Hamsidar, & Rambe, K. A. (2026). Integrating Google Sites and project-based learning: Development of digital learning media. *Harmoni Sosial: Jurnal Pendidikan IPS*, 13(1). <https://doi.org/10.21831/hsjpi.v13i1.92949>
- Purba, J., Sigiro, M., & Silaban, B. (2024). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis web Google Sites dengan pendekatan multirepresentasi untuk mengukur kemampuan penguasaan konsep fisika. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan (JKIP)*, 5(3), 750–765. <https://doi.org/10.55583/jkip.v5i3.1097>
- Rahman, M. H., Hamid, F., Isra, H. H., Viyanti, V., Irsan, A., Panigfat, M., & Sahjat, S. (2024). Implementasi e-modul pembelajaran Sejarah Fisika menggunakan Google Site dengan model

- pembelajaran Project Based Learning pada mahasiswa fisika. *EDUKASI*, 22(2), 849–858. <https://doi.org/10.33387/j.edu.v22i2.8518>
- Rahman, M. H., Hamid, F., Viyanti, V., Isra, H. H., Irsan, A., & Paningfat, M. (2025). Physics history e-module based on project-based learning integrated with Google Sites: Validity and practicality analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 93–105. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v8i1.25671>
- Rooseno, Y., Wiyanto, & Adhi, M. A. (2024). Development of Android based physics e-module with project inside to increase Pancasila student profiles. *Physics Communication*, 8(2). <https://doi.org/10.15294/physcomm.v8i2.46178>
- Savitri, D. I., Bua, M. T., Detagory, W. N., Adiasti, N., & Zativalen, O. (2026). Google Sites-based Project-Based Learning (PjBL) integration model as a structured digital portfolio. *Jurnal Asimilasi Pendidikan*, 4(3), 246–255. <https://doi.org/10.61924/jasmin.v4i3.107>
- van Alten, D. C. D., Phielix, C., Janssen, J., & Kester, L. (2020). Self-regulated learning support in flipped learning videos enhances learning outcomes. *Computers & Education*, 158, 104000. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104000>
- Wu, L. L., Fischer, C., Rodriguez, F., Washington, G. N., & Warschauer, M. (2021). Project-based engineering learning in college: Associations with self-efficacy, effort regulation, interest, skills, and performance. *SN Social Sciences*, 1, 287. <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00286-4>
- Yulkifli, Y., Yohandri, Y., & Azis, H. (2022). Development of physics e-module based on integrated project-based learning model with Ethno-STEM approach on smartphones for senior high school students. *Momentum: Physics Education Journal*, 6(1), 93–103.