

**PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA BERBASIS PROBLEM BASED
LEARNING MENGGUNAKAN GOOGLE SITES PADA MATERI
GELOMBANG CAHAYA**

Hikmah Aini¹, Purwanto²

^{1,2} Universitas Negeri Medan

¹hikmahaini2803@gmail.com, ²purwantounimed@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to develop a Problem-Based Learning (PBL) based physics e-module using Google Sites on the topic of light waves. This study was motivated by students' difficulties in understanding physics lessons, low student learning outcomes, and physics instruction that was dominated by conventional, teacher-centered methods. The research method used was Research and Development (R&D) based on the ADDIE model. The test subjects for this study included 30 students from Class XI-K2 at Deli Tua State High School 1, as well as subject matter experts, media experts, instrument experts, and a physics teacher. Data were collected through observations, interviews, questionnaires, and student achievement tests. The results showed that the developed e-module was rated as "highly feasible," with a 93.50% approval rate from the content expert and a 92.50% approval rate from the media expert. The practicality test, conducted through a small-group pilot study, yielded a 92.30% approval rate, classified as "highly practical," while the large-group pilot study showed approval rates of 94.47% from students and 96.47% from the teacher. The effectiveness of the e-module was assessed based on improvements in student learning outcomes. Students' average pretest score was 47.33, while their average posttest score after using the e-module increased to 85.67. The analysis results showed an improvement in learning outcomes with an N-Gain value of 0.73, which falls into the "high" category. The e-module developed was found to be effective, as evidenced by the fact that 90% of the students or 27 out of 30 achieved scores above the Learning Objective Achievement Criteria set by the school, which is 75. Thus, the e-module developed is effective in improving student learning outcomes on the topic of light waves.

Keywords: PBL Based Physics E-Module, Google Sites, Light Waves

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul fisika berbasis *Problem Based Learning* menggunakan *Google Sites* pada materi gelombang cahaya. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kesulitan siswa dalam memahami pelajaran fisika, rendahnya hasil belajar siswa dan pembelajaran fisika yang didominasi oleh metode konvensional yang berpusat pada guru (*teacher-centered*). Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* dengan model ADDIE. Subjek uji coba penelitian ini melibatkan 30 siswa Kelas XI-K2 SMA Negeri 1 Deli Tua, ahli materi, ahli media, ahli instrumen, dan guru mata pelajaran fisika. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, angket, dan tes belajar

siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memperoleh kategori sangat layak dengan presentase 93,50% dari ahli materi dan 92,50% dari ahli media. Uji kepraktisan melalui uji coba kelompok kecil menunjukkan presentase sebesar 92,30% dengan kategori sangat praktis sedangkan pada uji coba kelompok besar menunjukkan presentase sebesar 94,47% dari siswa dan 96,47% dari guru. Keefektifan e-modul ditinjau dari peningkatan hasil belajar siswa. Rata-rata nilai *pretest* siswa sebelumnya sebesar 47,33 sedangkan rata-rata nilai *posttest* siswa setelah menggunakan e-modul meningkat menjadi 85,67. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,73 yang termasuk dalam kategori tinggi. E-modul yang dikembangkan dinyatakan efektif, yang ditunjukkan oleh 90% siswa atau sebanyak 27 dari 30 siswa memperoleh nilai di atas Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan sekolah, yaitu 75. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan efektif digunakan untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi gelombang cahaya.

Kata Kunci: *E-modul Fisika Berbasis PBL, Media Google Sites, Gelombang Cahaya*

A. Pendahuluan

Pendidikan merupakan sektor penting dalam membangun sumber daya manusia. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2025 mengenai Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2025-2029, pembangunan nasional diarahkan pada peningkatan kualitas sumber daya manusia melalui transformasi pendidikan, pemanfaatan teknologi digital, serta penguatan kemampuan berpikir kritis dan inovatif peserta didik. Menurut RPJMD Provinsi Sumatera Utara Tahun 2025-2029, pembangunan daerah diarahkan pada peningkatan sumber daya manusia melalui penguatan sektor

pendidikan, pemerataan akses belajar, serta pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran.

Pada era digital saat ini, proses pembelajaran dituntut untuk bertransformasi dari pembelajaran konvensional menjadi pembelajaran yang inovatif, interaktif, dan berbasis teknologi. Sektor pendidikan dituntut untuk menghasilkan lulusan yang berkualitas dan kompetitif agar mampu memenuhi kebutuhan keterampilan pada abad ke-21 (Sholikha & Fitrayati, 2021). Hal ini sejalan dengan tujuan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dengan penguatan kompetensi abad 21 yakni 4C

(*Critical Thinking, Creativity, Collaboration* dan *Communication*), serta pemanfaatan teknologi informasi dalam menunjang proses belajar mengajar. Diantara keterampilan-keterampilan yang telah disebutkan diatas, kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah merupakan salah satu bentuk keterampilan berpikir tingkat tinggi yang harus dibekalkan kepada siswa (Mahmudah, 2024). Oleh karena itu, pendidikan saat ini dirancang untuk mendorong dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Namun, pada kenyataannya pembelajaran fisika disekolah masih menggunakan metode konvensional, hanya berlangsung secara teoritis dengan metode ceramah dan penugasan, sehingga peserta didik cenderung pasif dan mengalami kesulitan dalam memahami konsep.

Beberapa temuan terdahulu, dalam proses pembelajaran fisika SMA di sekolah masih ditemukan banyak kendala atau kesulitan yang dihadapi guru dan siswa. Kendala-kendala tersebut antara lain yakni sebagai berikut: 1) Kurangnya antusiasme dan dorongan atau motivasi peserta didik dalam proses

pembelajaran fisika (Amalia et al., 2022; Darmayanti & Widiani, 2023), 2) Guru kurang persiapan dan kurang menguasai materi fisika (Febiola & Mufit, 2024), 3) Pembelajaran fisika masih menggunakan metode pembelajaran yang monoton (Indrawati & Nurpatri, 2022), 4) Kurangnya keterampilan IT guru dan fasilitas pembelajaran seperti internet jika pembelajaran dilakukan secara daring (Klein et al., 2021; Indrawati & Nurpatri, 2022), 5) Terbatasnya media pembelajaran dan perangkat pembelajaran (Huryati et al., 2021; Puspitasari et al., 2021), 6) Keterbatasan dalam melaksanakan kegiatan praktikum luring dan kesulitan mengontrol ketika praktikum dilaksanakan secara daring (Widiarini et al., 2022; Akmam et al., 2021), dan 7) Peserta didik kesulitan dalam berhitung, memahami konsep dan memahami rumus-rumus fisika (Daun et al., 2020).

Berdasarkan hasil wawancara awal dengan guru fisika, diperoleh informasi bahwa nilai rata-rata asesmen akhir siswa pada mata pelajaran fisika di SMA Negeri 1 Deli Tua adalah 61,33. Kriteria ketuntasan tujuan pembelajaran di sekolah adalah 75. Hal ini

menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh siswa masih jauh dari nilai yang diharapkan. Guru menyampaikan, siswa masih kesulitan dalam memahami rumus-rumus fisika, mengaitkan materi yang dipelajari dengan kegiatan yang ada di kehidupan sehari-hari dan juga siswa sulit fokus dalam proses pembelajaran. Hal ini didukung oleh hasil wawancara dengan 5 siswa, yang menyatakan bahwa kesulitan siswa dalam mempelajari fisika yakni dalam menghafal atau memahami rumus-rumus fisika, memahami simbol fisika yang berbeda-beda, dan cakupan materi fisika yang luas.

Berdasarkan angket awal terhadap 30 siswa, diketahui 81% siswa berpendapat bahwa siswa lebih tertarik dan lebih memahami jika pembelajaran fisika dikaitkan dengan peristiwa nyata dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini sejalan dengan penelitian Saleh *et al.*, (2022) yang menunjukkan bahwa penerapan pendekatan pembelajaran kontekstual yang mengaitkan materi dengan lingkungan nyata siswa memiliki pengaruh positif signifikan terhadap aktivitas belajar siswa. Sebanyak 63% siswa menganggap pembelajaran fisika membosankan

karena kurang melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran di kelas. Hal ini mendukung temuan Kholid (2023) bahwa pembelajaran kontekstual dengan pengalaman nyata dan peran siswa sebagai subjek belajar mampu meminimalkan kebosanan dan meningkatkan keaktifan siswa. Sebanyak 90% siswa berpendapat bahwa siswa memerlukan media tambahan seperti video, simulasi, atau praktik secara langsung agar siswa dapat lebih memahami materi fisika yang diajarkan. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Permana & Purwaningsih (2022) yang menunjukkan bahwa pembelajaran fisika menggunakan simulasi virtual dapat secara signifikan meningkatkan motivasi belajar siswa dan hasil belajar fisika.

Salah satu materi fisika yang dianggap sulit untuk dipahami dalam pembelajaran fisika adalah konsep tentang gelombang cahaya. Hal ini ditemukan dari beberapa penelitian yang dilakukan. Seperti yang dikemukakan oleh Rochim *et al.* (dalam Hasanah *et al.*, 2025) yang mengungkapkan bahwa kategori kesalahpahaman tentang konsep cahaya mencapai 38%. Melati *et al.* (dalam Simanjuntak *et al.*, 2025)

mengemukakan bahwa miskonsepsi siswa tinggi pada materi pembiasan yakni sebesar 40%. Hasil penelitian Andini & Kurniawati (2024), menunjukan adanya miskonsepsi dengan kategori tinggi yang terjadi pada dua indikator yang berkaitan dengan sifat-sifat cahaya, dengan presentase 30% pada pokok pembiasan cahaya dan 40% pada sifat cahaya merambat lurus yang disajikan dalam sebuah gambar.

B. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian *Research and Development*. Penelitian pengembangan ini menggunakan model ADDIE sebagai acuan penelitian dalam mengembangkan e-modul fisika berbasis *Problem Based Learning (PBL)* menggunakan *Google Sites*. Model ADDIE terdiri dari lima tahapan yakni *Analysys* (analisis), *Design* (desain), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi) dan *Evaluation* (evaluasi).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa e-modul fisika berbasis *Problem Based Learning*

menggunakan *Google Sites*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memperoleh kategori sangat layak dengan presentase 93,50% dari ahli materi dan 92,50% dari ahli media. Uji kepraktisan melalui uji coba kelompok kecil menunjukkan presentase sebesar 92,30% dengan kategori sangat praktis sedangkan pada uji coba kelompok besar menunjukkan presentase sebesar 94,47% dari siswa dan 96,47% dari guru. Keefektifan e-modul ditinjau dari peningkatan hasil belajar siswa. Rata-rata nilai *pretest* siswa adalah 47,33 dengan nilai terendah 35 dan nilai tertinggi 65. Sedangkan, rata-rata nilai *posttest* siswa setelah menggunakan e-modul meningkat menjadi 85,67 dengan nilai terendah 75 dan nilai tertinggi 100. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,73 yang termasuk dalam kategori tinggi. Adapun hasil yang didapat pada tiap tahapan pengembangan e-modul fisika berbasis PBL menggunakan *Google Sites* pada materi gelombang cahaya, diuraikan sebagai berikut:

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis ini dilakukan dengan cara studi literatur, analisis kebutuhan siswa dan dengan melalui wawancara langsung kepada guru dan 5 orang peserta didik. Pada tahap studi literatur, peneliti mencari dan mengumpulkan informasi dari beberapa sumber literatur terkait penelitian yang akan dilakukan, seperti mencari dan mengumpulkan jurnal-jurnal ilmiah terkait pengembangan e-modul fisika berbasis PBL, penelitian pengembangan, buku mengenai bahan ajar, buku mengenai PBL, materi gelombang cahaya dan lainnya.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap selanjutnya dari penelitian pengembangan ini adalah tahap perancangan (*design*). Tahap ini bertujuan untuk merancang e-modul yang akan dikembangkan. Adapun perancangan yang dilakukan oleh peneliti adalah (a) perancangan materi, (b) perancangan media, (c) perancangan instrumen yang meliputi instrumen kevalidan, instrumen kepraktisan, dan instrumen keefektifan.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan peneliti melakukan validasi produk e-modul yang telah dikembangkan dan divalidasi ahli materi dan ahli media. Pembuatan e-modul dilakukan di bawah pengawasan dosen pembimbing. Draf 1 modul yang dibuat diberikan kepada 2 dosen ahli materi dan 2 dosen ahli media untuk divalidasi sehingga e-modul yang dihasilkan dikatakan layak untuk digunakan di lapangan.

Tabel 1 Data Hasil Validasi Materi

No	Aspek Penilaian	Presentase Kategori	Klasifikasi Presentase
1	Kecermatan Isi	100,00%	Sangat Layak
2	Ketepatan Cakupan Materi	92,50%	Sangat Layak
3	Ketecernaan Materi	92,00%	Sangat Layak
4	Kebahasaan	94,00%	Sangat Layak
5	Komponen Kerangka Kerja PBL	94,00%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil penilaian kelayakan e-modul oleh 2 validator ahli materi, e-modul yang telah dikembangkan oleh peneliti diperoleh hasil rata-rata presentase berdasarkan aspek kecermatan isi 100,00%, aspek ketepatan cakupan materi 92,50%, aspek ketercernaan materi 92,00%, aspek kebahasaan 94,00% dan aspek komponen kerangka kerja PBL 94,00%.

Presentase rata-ratanya sebesar 93,50%. Berdasarkan tabel kriteria kelayakan, maka skor validasi materi yang terdapat pada e-modul ini termasuk kedalam kategori sangat layak.

Tabel 2 Data Hasil Validasi Media

No	Aspek Penilaian	Presentase Kategori	Klasifikasi Presentase
1	Tampilan Desain Layar	94,00%	Sangat Layak
2	Kemudahan Penggunaan	91,67%	Sangat Layak
3	Kemanfaatan	93,33%	Sangat Layak
4	Kegrafikan	91,67%	Sangat Layak

Berdasarkan penilaian validator ahli media, e-modul yang telah dikembangkan oleh peneliti diperoleh hasil rata-rata presentase berdasarkan aspek tampilan desain layar 94,00%, aspek kemudahan penggunaan 91,67%, aspek kemanfaatan 93,33%, dan aspek kegrafikan 91,67%. Presentase rata-ratanya sebesar 92,50%. Berdasarkan tabel kriteria kelayakan, maka skor validasi media ini termasuk kedalam kategori sangat layak.

Tabel 43 Data Hasil Validasi Instrumen Soal

No	Aspek	Persentase	Kategori Validitas
1	Sesuai dengan Indikator	96,50%	Sangat Valid

2	Pokok Soal Dirumuskan dengan Jelas	97,00%	Sangat Valid
3	Pokok Soal Tidak Memberikan Petunjuk Jawaban	93,50%	Sangat Valid
4	Pokok Soal Tidak Bersifat Ganda	99,00%	Sangat Valid
5	Soal Menggunakan Bahasa yang Sesuai dengan KBBI	96,50%	Sangat Valid

Berdasarkan penilaian validator ahli instrumen, soal yang digunakan pada *pretest* dan *posttest* diperoleh hasil rata-rata presentase berdasarkan aspek kesesuaian dengan indikator 96,50%, aspek pokok soal dirumuskan dengan jelas 97,00%, aspek pokok soal tidak memberikan petunjuk jawaban 93,59%, aspek pokok soal tidak bersifat ganda 99,00% dan aspek Soal Menggunakan Bahasa yang Sesuai dengan KBBI 96,50%. Presentase rata-ratanya sebesar 96,50%. Berdasarkan tabel kriteria kelayakan, maka skor validasi instrumen ini termasuk kedalam kategori sangat layak.

Hasil validitas e-modul ini direvisi sesuai dengan saran dan masukan dari validator ahli materi dan validator ahli media, sampai e-modul ini layak digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil validitas

e-modul ini sejalan dengan penelitian Butar & Panggabean (2022), bahwa e-modul berbasis PBL memiliki kategori sangat layak digunakan berdasarkan penilaian validator ahli materi dan validator ahli media. Namun terdapat perbedaan dengan hasil penilaian hasil produk e-modul yang dikembangkan oleh peneliti, dimana pada peneliti menggunakan 2 validator ahli materi dan 2 validator ahli media untuk mendapatkan perbaikan yang lebih maksimal. Sementara itu, pada penelitian terdahulu validator yang digunakan hanya 1 ahli materi dan 1 ahli media.

4. Tahap Penerapan (Implementation)

Pada tahap ini peneliti mengimplementasikan e-modul yang telah dikembangkan, setelah sebelumnya e-modul sudah dikatakan layak. Implementasi dilakukan dalam uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kepraktisan e-modul dan keefektifan e-modul dalam peningkatan hasil belajar siswa.

Tabel 4 Kepraktisan Pendidik

No	Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
1	Kesesuaian Materi Pembelajaran	96,00%	Sangat layak
2	Penyajian	96,00%	Sangat layak

3	Kebahasaan	90,00%	Sangat layak
4	Kepraktisan	100,00%	Sangat layak
Total		96,47%	Sangat layak

Berdasarkan hasil penilaian kepraktisan oleh guru fisika, yakni Ibu Cendana Wangi Tarigan S.Pd. e-modul yang telah dikembangkan dinyatakan dengan hasil presentase aspek kesesuaian materi pembelajaran 96,00%, dengan 4 kategori sangat layak dan 1 layak. Pada aspek penyajian memperoleh hasil presentase 96,00% dengan 4 kategori sangat layak dan 1 layak. Pada aspek kebahasaan memperoleh hasil presentase 90,00% dengan 2 kategori sangat layak. Pada aspek kepraktisan memperoleh hasil presentase 100,00% dengan 5 kategori sangat layak. Presentase rata-rata yang didapat dari hasil kepraktisan guru fisika adalah sebesar 96,47% yang dikategorikan sangat layak.

Tabel 5 Data Hasil Uji Kelompok Kecil

No	Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
1	Penyajian Materi	94,80%	Sangat layak
2	Kemudahan Penggunaan	91,75%	Sangat layak
3	Bahasa	91,00%	Sangat layak
4	Desain dan Tampilan	92,20%	Sangat layak
Total Nilai		92,30%	Sangat layak

Berdasarkan hasil penilaian oleh 10 siswa, modul yang telah dikembangkan dinyatakan dengan hasil presentase aspek penyajian materi 94,80%, aspek kemudahan penggunaan 91,75%, aspek bahasan 91,00% dan aspek desain dan tampilan 92,20%. Presentase rata-rata sebesar 92,30% dengan kategori sangat layak.

Tabel 6 Data Hasil Uji Kelompok Besar

No	Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
1	Penyajian Materi	95,07%	Sangat Layak
2	Kemudahan Penggunaan	94,67%	Sangat Layak
3	Bahasa	93,00%	Sangat Layak
4	Desain dan Tampilan	94,13%	Sangat Layak
Total Nilai		94,47%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil penilaian oleh 30 siswa, e-modul yang dikembangkan dinyatakan dengan hasil presentase aspek penyajian materi 95,07%, aspek kemudahan penggunaan 94,67%, aspek bahasa 93,00% dan aspek desain dan tampilan 94,13%. Presentase rata-rata yang didapat dari hasil uji kepraktisan adalah sebesar 94,47%.

Kepraktisan e-modul sejalan dengan penelitian Butar & Panggabean (2022), yang menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki presentase

kepraktisan sebesar 88% pada uji coba kelompok kecil dan sebesar 86,5% pada uji coba kelompok besar, artinya e-modul yang dikembangkan sangat praktis. Namun, terdapat perbedaan dalam penilaian kepraktisan e-modul. Pada penelitian terdahulu, kepraktisan e-modul hanya dinilai berdasarkan angket respon peserta didik. Sementara pada penelitian ini, penilaian kepraktisan e-modul melibatkan guru fisika di sekolah.

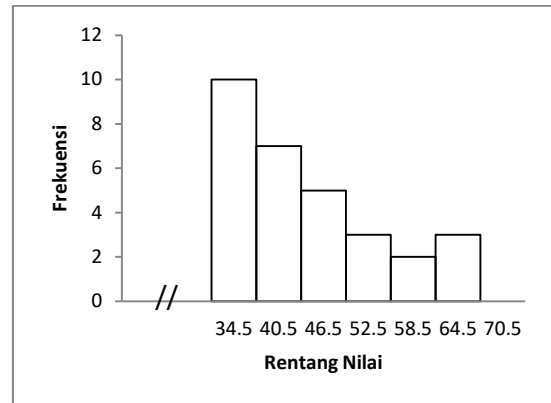
Selain menilai kepraktisan e-modul fisika berbasis PBL dengan menggunakan *Google Sites*, pada uji coba kelompok besar ini juga bertujuan untuk menilai keefektifan e-modul yang dikembangkan dalam peningkatan hasil belajar siswa pada materi gelombang cahaya. Untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa, peneliti memberikan *pretest* sebelum pembelajaran dimulai dan memberikan *posttest* setelah pembelajaran menggunakan e-modul.

Pretest dan *posttest* yang dilakukan menggunakan soal yang sama sebanyak 20 butir soal dengan bentuk pilihan berganda di kelas XI-K2 SMA Negeri 1 Deli Tua dengan 30 siswa. Pada kegiatan pertama,

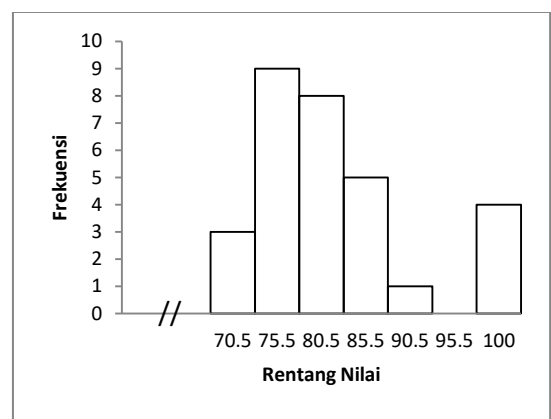
peserta didik diberikan waktu 60 menit dalam menyelesaikan soal *pretest*. Nilai rata-rata pada kegiatan tersebut adalah 47,33, yang mana jawaban terendah adalah 7 dan tertinggi adalah 13. Setelah kegiatan *pretest* selesai, pada pertemuan berikutnya e-modul yang telah dikembangkan diuji cobakan di dalam kelas, e-modul digunakan dalam proses pembelajaran di kelas. Setelah itu, peneliti memberikan soal *posttest* kepada peserta didik, di mana soal yang diberikan adalah soal yang sama seperti soal *pretest*. Nilai rata-rata *posttest* adalah 85,67 dengan benar terendah 15 dan benar tertinggi 20.

Tabel 4.9 Nilai Data *Pretest* dan *Posttest* Siswa

<i>Pretest</i>			<i>Posttest</i>		
Nilai	f	$\bar{x}$	Nilai	f	$\bar{x}$
35-40	10	47,33	71-75	3	85,67
41-46	7		76-80	9	
47-52	5		81-85	8	
53-58	3		86-90	5	
59-64	2		91-95	1	
65-70	3		96-100	4	



Gambar 1 Grafik Nilai *Pretest* Siswa



Gambar 2 Grafik Nilai *Posttest* Siswa

Berdasarkan data yang disajikan diatas, keefektifan e-modul dalam meningkatkan hasil belajara siswa diukur menggunakan *gain* yang kemudian mengklasifikasikannya. Pada penelitian ini, cara yang dipakai adalah *Gain of Averages <g>* dengan cara menghitung terlebih dahulu nili rata-rata dari *pretest* dan *posttest* dan mencari besar *gain*. Dengan memasukkan nilai tersedut kedalam rumus, maka diperoleh nilai *gain* sebesar 0,73 dengan kriteria tinggi.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui kelemahan yang ada pada e-modul yang dikembangkan. Evaluasi dilakukan disetiap tahap dalam penelitian pengembangan e-modul, hal ini dilakukan untuk mengevaluasi setiap tahap pengembangan agar e-modul yang dikembangkan menjadi lebih baik.

Pada tahap analisis, dilaksanakan evaluasi dengan mengolah hasil analisis kebutuhan, wawancara dan menetapkan permasalahan yang menjadi garis besar dan alur penelitian. Pada tahap desain, dilakukan evaluasi dengan mendiskusikan format dan desain rancangan e-modul kepada dosen pembimbing. Pada tahap pengembangan, evaluasi yang dilakukan berupa pengembangan draf I e-modul yang telah divalidasi dan diperbaiki oleh dosen validator menjadi draf II e-modul. Pada tahap penerapan atau implementasi, evaluasi yang dilakukan adalah dengan mengolah data *pretest* dan *posttest* serta angket kepraktisan guru dan siswa. Data yang didapatkan kemudian dievaluasi untuk mengetahui kelemahan dan keunggulan e-modul.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan, hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul memperoleh persentase kelayakan sebesar 93,50% dari ahli materi dan 92,50% dari ahli media dengan kategori sangat layak. Selain itu, e-modul memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi dengan persentase 96,47% berdasarkan respon guru dan 94,47% berdasarkan respon siswa. E-modul juga terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik, yang ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata *pretest* dari 47,33 menjadi 85,67 pada *posttest* serta nilai *N-gain* sebesar 0,73 yang termasuk dalam kategori tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan uji coba pada kelompok atau kelas yang berbeda dengan menerapkan desain pembelajaran yang melibatkan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol sehingga efektivitas e-modul dapat dibandingkan secara lebih objektif. Peneliti selanjutnya juga dapat mengembangkan e-modul pada materi fisika lainnya, menambahkan

fitur interaktif yang lebih beragam, serta menguji penerapannya pada cakupan sekolah dan jumlah peserta didik yang lebih luas guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif dan meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan. Peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan pengelolaan waktu pembelajaran secara lebih efektif pada setiap tahap pelaksanaan penelitian. Dengan manajemen waktu yang baik, seluruh sintaks PBL dapat terlaksana secara optimal sehingga tujuan dan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan dapat tercapai dengan maksimal. Apabila penelitian selanjutnya menggunakan media pembelajaran berbasis *website* seperti *Google Sites*, disarankan untuk mempertimbangkan kesesuaian spesifikasi perangkat yang digunakan serta memastikan ketersediaan akses internet yang memadai. Hal tersebut perlu diperhatikan karena pada pelaksanaan penelitian masih ditemukan kendala berupa kualitas jaringan yang tidak stabil, sehingga dapat mempengaruhi kelancaran proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmam, A., Hidayat, R., Mufit, F., Jalinus, N., & Amran, A. (2021). Problems of Students in Following the Online Learning Process in the Covid-19 Pandemic. *J. Phys. Conf. Ser.*, 1876.
- Amalia, A., Sucipto, & Hilyana, S. F. (2022). Konsentrasi Belajar Peserta Didik pada Mata Pelajaran IPA. *Jurnal Educatio*, 8(4), 1261–1268.
<https://doi.org/10.31949/educatio.v8i4.3120>
- Andini, S. A., & Kurniawati, W. (2024). Identifikasi Miskonsepsi dan Penyebab Miskonsepsi Terhadap Materi Sifat-Sifat Cahaya pada Pembelajaran Sekolah Dasar. *Natural Science Education Research*, 7(1), 14-19.
- Butar-butur, Y., & Panggabean, D. D. (2022). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Hukum Newton Gerak Kelas X Di SMA Negeri 1 Besitang. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika (INAFI)*, 10(2), 84-91.
- Daun, N. S., Helmi., & Haris, A.(2020). Diagnosis Kesulitan Belajar Fisika Didik di SMA Negeri 1 Bontomarannu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs UNM*, 2, 37-40.
- Darmayanti, N. W. S., & Widiani, N. W. (2023). Analisis Permasalahan dalam Pembelajaran IPA di Kelas V SDN 1 Cempaga. *DE_JOURNAL: Dharmas Education Journal*, 4(2): 903-909.

- Febiola, N & Mufit, F. (2024). Systematic Review: Permasalahan Pembelajaran Fisika dan Solusinya pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 15(2), 167-174.
- Hasanah, I. I., Wulandari, A. Y. R., Qomaria, N., Yamin, Y., & Sutarja, M. C. (2025). Analysis of Student Misconceptions Using the Five-Tier Diagnostic Test on the Concepts of Vibration, Waves, and Light. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 13(1).
- Huryati, Ngadimin, & Soewarno, S. (2021). Kendala Mahasiswa dalam Perkuliahan Eksperimen Fisika Dasar I Berbasis Laboratorium Virtual pada Prodi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Syiah Kuala. *Serambi Akademika: Jurnal Pendidikan, Sains, dan Humaniora*, 9(7): 1134-40. DOI: <https://doi.org/10.32672/jsa.v9i7.3304>
- Indrawati, E. S., & Nurpatri, Y. (2022). Problematika Pembelajaran IPA Terpadu (Kendala Guru Dalam Pengajaran IPA Terpadu. *EDUCATIVO: Jurnal Pendidikan*, 1(1): 226-234. <https://doi.org/10.56248/educativo.v1i1.3>
- Kementrian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas. (2025). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2025-2029*. Pemerintah Indonesia.
- Kholid, I. (2023). Pengaruh Pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL) Terhadap Keaktifan Belajar Siswa. *TARUNAEDU: Journal of Education and Learning*, 1(1), 68-82.
- Klein, P., Ivanjek, L., Dahlkemper, M. N., Jeličić, K., Geyer, M. A., Küchemann, S., & Susac, A. (2021). Studying Physics During the COVID-19 Pandemic: Student Assessments of Learning Achievement, Perceived Effectiveness of Online Recitations, and Online Laboratories. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, 17, 010117.
- Mahmudah, I. (2024). Analizing Skills terhadap Pemecahan Masalah Siswa Materi Alat Ukur Jangka Sorong Kelas X Konsentrasi Keahlian TKR SMKN 1 Bendo Magetan. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(2), 2323-2330.
- Pemerintah Provinsi Sumatera Utara. (2025). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Provinsi Sumatera Utara 2025-2029*. Pemerintah Provinsi Sumatera Utara.
- Puspitasari, R, Mufit F., & Asrizal. (2021). Conditions of Learning Physics and Students' Understanding of the Concept of Motion During the Covid-19 Pandemic. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1876 012045
- Saleh, S., Basri, S., & Mus, S. (2022). Pendekatan Pembelajaran Kontekstual Pengaruhnya Terhadap Aktivitas Belajar Peserta didik. *JIKAP PGSD: Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan*, 6(2), 418-424.

- Sholikha, S. N., & Fitrayati, D. (2021). Integrasi Keterampilan 4C dalam Buku Teks Ekonomi SMA/MA. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(5), 2402–2418. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i5.823>
- Simanjuntak, E. R., Manjorang, D. M. B., Simanungkalit, K. P., & Simatupang, P. (2025). Studi Literatur: Analisis Miskonsepsi Siswa pada Materi Gelombang Elektromagnetik dan Energi Terbarukan. *Sindoro: Cendikia Pendidikan*, 18(2), 301-310.