



Pengembangan perangkat pembelajaran model *Discovery* berbantuan *PhET* untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA

Anak Agung Istri Adi Maheswary Dalem^{1*}, Sutrio², Jannatin 'Ardhuha³, Wahyudi⁴

¹²³⁴Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/Goescienceed.v6i2.1097>

Info Artikel

Diterima: 13 Mei 2025

Direvisi: 15 Mei 2025

Diterima: 19 Mei 2025

Korespondensi:

Telepon: +6287865635701

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan perangkat pembelajaran dengan model *discovery* berbantuan *PhET* yang layak, praktis serta efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep serta kemampuan berpikir kritis peserta didik. Gelombang cahaya adalah materi fisika diterapkan pada modul ajar. Produk yang dikembangkan berupa modul ajar sesuai kurikulum merdeka belajar. Peserta didik XI MIPA 2 di SMAN 1 Mataram menjadi subjek dalam penelitian. Penelitian digunakan dengan metode *research and development* (R&D) serta model 4D oleh Thiagarajan. Data dikumpulkan dengan lembar validasi, angket respon dan lembar keterlaksanaan serta *pre-test* dan *post-test*. Validasi dilakukan oleh validator ahli serta praktisi. Kepraktisan didapatkan melalui angket respon dan lembar keterlaksanaan pembelajaran. Keefektifan didapatkan melalui nilai *pre-test* dan *post-test* dengan pengujian *N-Gain*. Hasil validitas produk sebesar 95,5% dengan kategori sangat valid, hasil reliabilitas sebesar 96,38% dengan kategori reliabel. Hasil kepraktisan produk dari lembar keterlaksanaan pembelajaran dan angket respon secara berurutan sebesar 87,83% dan 92,29% termasuk kategori sangat praktis. Nilai *N-gain* untuk pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis secara berturut-turut sebesar 58% dan 59% termasuk kategori peningkatan sedang dan kriteria cukup efektif. Hasil tes memperlihatkan bahwa perangkat pembelajaran dalam penelitian ini layak, sangat praktis dan cukup efektif bagi peserta didik untuk meningkatkan pemahaman konsep serta kemampuan berpikir kritis mereka.

Kata kunci: Kemampuan berpikir kritis, model *discovery*, pemahaman konsep, pengembangan perangkat pembelajaran, *PhET*.

Kutipan: Dalem, A., A I. A. M., Sutrio, S., 'Ardhuha, J., & Wahyudi, W. (2025). Pengembangan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *PhET* untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(2), 1072-1082. doi: <https://doi.org/10.29303/Goescienceed.v6i2.1097>

Pendahuluan

Pendidikan menjadi faktor penting dalam hal penunjang pembangunan nasional, dengan adanya pendidikan yang layak dan merata maka akan timbul sumber daya manusia yang cerdas dan berkualitas. Berfokus pada keterampilan belajar dan berinovasi (Trilling et al. 2009) yang meliputi kemampuan untuk pemahaman konsep dan berpikir kritis serta memecahkan masalah maka pendidikan harus mampu mengarahkan peserta didik untuk mengembangkan pemahaman konsep beserta kemampuannya untuk berpikir kritis. Penguasaan konsep memiliki peranan yang penting dalam mengembangkan potensi peserta didik, dimana peserta didik mampu dalam memahami makna yang dapat diungkapkan kembali dalam bentuk teori serta dapat diterapkan dalam suatu proses penyelesaian masalah (Yuliana et al. 2024; Arifuddin et al. 2022).

Peserta didik akan mampu mengkomunikasikan dan mengklarifikasi ide, gagasan atau peristiwa yang dialaminya dalam kehidupan sehari-hari jika memiliki kemampuan pemahaman konsep yang baik. Usaha pemahaman konsep oleh peserta didik haruslah mendapatkan bimbingan dari guru sehingga peserta didik mampu berpikir secara kritis untuk mengambil kesimpulan dari suatu informasi dan mengolahnya menjadi konsep yang sesuai. Indikator penguasaan konsep dapat dilihat dalam Taksonomi Bloom pada ranah kognitif. Menurut Taksonomi Bloom hasil revisi Anderson dan Krathwohl, aspek kognitif dibedakan atas enam jenjang, yaitu Mengingat (C1), Memahami (C2), Mengaplikasikan (C3), Menganalisis (C4), Menilai (C5) dan Mencipta (C6) (Anderson & Krathwohl, 2001; Gusnawati et al., 2020).

Kemampuan untuk berpikir tingkat lanjut yang sangat penting bagi peserta didik disebut sebagai kemampuan berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis merupakan suatu proses mencari, mengumpulkan, menganalisis dan mengkonsep informasi untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah (Amalia et al., 2022). Kemampuan berpikir kritis esensial untuk dimiliki karena mampu membantu peserta didik ketika menghadapi masalah di kehidupan sehari-hari maupun dalam kegiatan pembelajaran fisika (Hasanah et al., 2022). Menurut Gunada (2023) hal ini sangat penting karena pembelajaran fisika mengandalkan logika dan analisis yang mendalam. Menurut Ennis (2011) karakteristik berpikir kritis terbagi menjadi enam kriteria yang disingkat dengan FRISCO yang terdiri dari *Focus, Reason, Inference, Situation, Clarity* dan *Overview*. Penilaian didasarkan pada penyesuaian LCT (*Level of Critical Thinking*) sesuai dengan kriteria dan indikator berpikir kritis Ennis, sehingga dihasilkanlah kriteria berikut :

1. LCT 0, berarti tidak ada jawaban yang sesuai dengan indikator berpikir kritis menurut Ennis.
2. LCT 1, berarti jawaban peserta didik cocok dengan satu sampai tiga indikator berpikir kritis menurut Ennis.
3. LCT 2, berarti jawaban peserta didik cocok dengan empat atau lima indikator berpikir kritis menurut Ennis
4. LCT 3, berarti jawaban peserta didik cocok dengan keenam indikator berpikir kritis menurut Ennis.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan kepada guru SMAN 1 Mataram pada semester genap tahun ajaran 2023/2024 teramati bahwa kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep peserta didik dalam memahami materi fisika masih kurang, permasalahan ini ditambah dengan kurangnya penggunaan perangkat pembelajaran terkini yang dapat membantu guru meningkatkan keaktifan peserta didik serta pengaplikasiannya pada model pembelajaran yang tepat. Pengembangan perangkat pembelajaran yang tepat, dikolaborasi dengan pemilihan model pembelajaran yang cocok serta penggunaan media pembelajaran yang menunjang akan membantu guru untuk menciptakan suasana belajar yang baik sehingga pada proses pembelajaran tersebut peserta didik akan mampu melatih pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritisnya sebagai salah satu keahlian yang dibutuhkan pada masa kini.

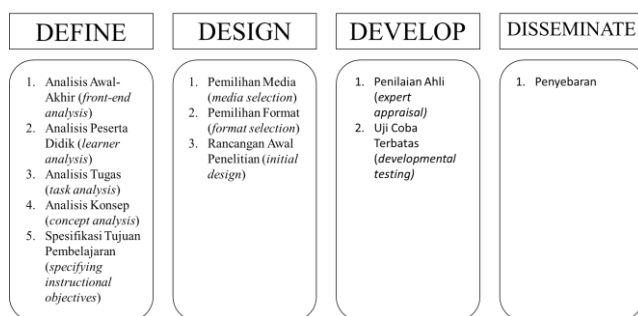
Perangkat pembelajaran adalah sarana penunjang pembelajaran yang berisi perencanaan pembelajaran yang menguraikan tentang kompetensi yang akan dicapai peserta didik. perangkat pembelajaran berperan sebagai pegangan bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran baik di kelas, laboratorium atau lapangan untuk setiap kompetensi dasar (Isnaini et al., 2021). Modul ajar sebagai perangkat pembelajaran yang sangat mendukung dalam kelancaran implementasi pembelajaran yang berkaitan dengan transformasi revolusi industri dan juga digital yang disusun secara berurutan dan sistematis dengan tujuan agar proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan menarik (Maipita et al. 2021).

Kegiatan pembelajaran fisika membutuhkan pengaplikasian model pembelajaran yang tepat. Menurut Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 terdapat tiga model pembelajaran cocok untuk pembentukan perilaku saintifik, salah satunya adalah model pembelajaran *discovery* (Pratiwi et al. 2022). Model *discovery* memiliki sintaks pembelajaran yang mengubah tingkat keaktifan peserta didik dari pasif menjadi aktif (Lestari et al. 2019). Dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *discovery* lebih terfokus pada peserta didik (*student centered*) serta dapat membantu guru untuk meningkatkan keaktifan peserta didik dalam pembelajaran sehingga mendukung pula pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis mereka (Alfriani et al. 2022; Miasari et al. 2020).

Untuk mendukung kegiatan pembelajaran fisika diperlukan penggunaan infrastruktur berupa laboratorium sebagai salah satu tempat pelaksanaan pembelajaran (, Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini salah satunya dengan memanfaatkan sarana laboratorium virtual sebagai pengganti ketidaktersediaan laboratorium nyata. Laboratorium virtual yang sering dan mudah untuk dipergunakan dalam kegiatan pembelajaran adalah laboratorium virtual *PhET* (Physics Education and Technology). Penggunaan laboratorium virtual *PhET* dalam pembelajaran dapat membangun konsep dan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Aminah et al. 2020). Simulasi *PhET* mendukung Teknik interaktif dan konstruktif sehingga dapat menghasilkan umpan balik dan menekankan hubungan natara fenomena nyata dengan ilmu pengetahuan yang ada (Rahmawati et al. 2024; Verdian et al. 2021).

Metode

Jenis penelitian yang terapkan pada penelitian ini merupakan penelitian pengembangan R&D (*Research and Development*). Menurut Sukmadinata (dalam Saputro, 2021) R&D adalah pendekatan penelitian untuk menciptakan suatu produk baru atau melengkapi produk yang sudah ada. Model pengembangan 4D dipergunakan dalam penelitian ini untuk memfasilitasi proses perancangan perangkat yang lebih terstruktur dan sistematis. Terdapat empat tahap pengembangan yakni *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan) dan *disseminate* (penyebaran) yang dalam pelaksanaannya dilakukan sampai tahap *develop* (Thiagarajan et al. 1974). Tahap *define* ini bersifat analitis. Melalui analisis awal ditentukan lima langkah yang perlu dilaksanakan yaitu analisis awal-akhir (*front-end analysis*), analisis peserta didik (*learner analysis*), analisis tugas (*task analysis*), analisis konsep (*concept analysis*) serta spesifikasi tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*). Tahap *design* bertujuan untuk merancang perangkat yang akan dibuat. Tahap perancangan dapat dimulai setelah penentuan definisi awal selesai yang terdiri dari tiga langkah yaitu Pemilihan media (*media selection*), Pemilihan format (*format selection*) dan Rancangan awal perangkat pembelajaran (*initial design*).



Gambar 1. Model pengembangan 4D

Tahap terakhir yaitu *develop* untuk mengubah dan memperbaiki hasil dari dua tahap terdahulu sebelum dapat dijadikan produk final. Pada tahap ini akan dihasilkan modul ajar yang akan dikoreksi berdasarkan lembar validasi. Tahap pengembangan ini meliputi penilaian ahli (*expert appraisal*) dan uji coba terbatas (*developmental testing*). Uji terhadap kelayakan, kepraktisan dan keefektifan modul ajar dihitung dengan cara berikut ini :

- Melalui lembar validasi modul ajar yang diisi oleh tiga orang validator ahli yaitu dosen FKIP program studi pendidikan fisika beserta tiga orang validator praktisi yang adalah guru fisika di sekolah untuk memperoleh data validitas dan realibilitas perangkat pembelajaran. Hasil validasi dari validator dihitung persentasenya menggunakan rumus berikut

$$\text{Validitas} = \frac{\text{jumlah skor dari validator}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\% \quad (1)$$

Nilai dari keenam validator akan dijumlahkan untuk memperoleh persentase rata-rata yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut

$$\bar{X} = \frac{\text{jumlah nilai dari validator}}{\text{jumlah validator}} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel 1: Kriteria validasi perangkat pembelajaran

Rentang nilai (%)	Kriteria
0–20	Sangat tidak valid
21–40	Kurang valid
41–60	Cukup valid
61–80	Valid
81–100	Sangat valid

(Nurjannah, et al,2021)

Kategori reliabel akan didapatkan apabila nilai dari *Percentage of Agreement* (PA) $\geq 75\%$. Nilai reliabilitas dihitung menggunakan:

$$\text{Percentage of Agreement (PA)} = \left[1 - \frac{A-B}{A+B} \right] \times 100\% \quad (3)$$

- Melalui lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran oleh guru dan lembar respon oleh peserta didik didapatkan data kepraktisan perangkat pembelajaran. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai persentase kepraktisan

$$\text{Kepraktisan} = \frac{\text{jumlah skor dari penilai}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\% \quad (4)$$

Tabel 2: Kriteria kepraktisan

Rentang nilai persentase	Tingkat kepraktisan
0–20	Sangat tidak praktis
21–40	Kurangpraktis
41–60	Cukup praktis
61–80	Praktis
81–100	Sangat praktis

(Nurjannah, et al,2021)

- c. Melalui nilai yang diperoleh dalam *pre-test* dan *post-test* yang dikerjakan oleh peserta didik untuk memperoleh *N-Gain* sebagai data tingkat efektifitas perangkat pembelajaran. Uji *N-Gain* dihitung dengan persamaan

$$N - gain = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \quad (5)$$

Nilai *N-Gain* peserta didik yang telah diperoleh kemudian diubah ke dalam bentuk persentase. Tafsiran efektifitas *N-Gain* dapat terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Tafsiran efektifitas *N-Gain*

Persentase (%)	Tafsiran
<40	Tidak efektif
40–55	Kurang efektif
56–75	Cukup efektif
>76	Efektif

(Solikha et al.2020)

Hasil dan Pembahasan

1 Tahap Pendefinisian (Define)

Tahap *define* dilakukan dengan cara analisis yang dilakukan diawal penelitian. Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai permasalahan yang muncul dalam melaksanakan pembelajaran, penyesuaian kurikulum yang digunakan, penggunaan perangkat pembelajaran, model serta metode pembelajaran juga media yang dipergunakan dalam melaksanakan pembelajaran fisika di kelas. Tahap *define* meliputi beberapa langkah yaitu.

1.1 Analisis Awal-Akhir (Front-End Analysis)

Menentukan masalah yang dialami dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran Fisika di kelas adalah tujuan dilakukannya analisis awal. Informasi diperoleh melalui lembar observasi keaktifan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran yang diisi oleh guru mata pelajaran fisika serta wawancara kepada guru yang bersangkutan. Berdasarkan kedua metode tersebut terdapat beberapa permasalahan terkait pembelajaran fisika di kelas, diantaranya kegiatan pembelajaran yang masih cenderung didominasi model pembelajaran ceramah, perangkat pembelajaran masih kurang terintegrasi dengan keperluan praktikum, penggunaan laboratorium nyata yang kurang optimal dan peserta didik yang belum pernah menggunakan laboratorium virtual sebelumnya.

1.2 Analisis Peserta Didik (Learner Analysis)

Analisis peserta didik dilakukan di kelas XI MIPA 2 SMA Negeri 1 Mataram tahun ajaran 2023/2024. Kelas XI MIPA 2 terdiri dari 37 orang peserta didik. Didasarkan pada hasil wawancara yang telah dilaksanakan, diketahui bahwa guru belum pernah mengadakan pengujian yang dikhususkan untuk mengukur pemahaman konsep ataupun kemampuan berpikir kritis peserta didik. Namun, hasil penilaian harian yang dilakukan oleh guru

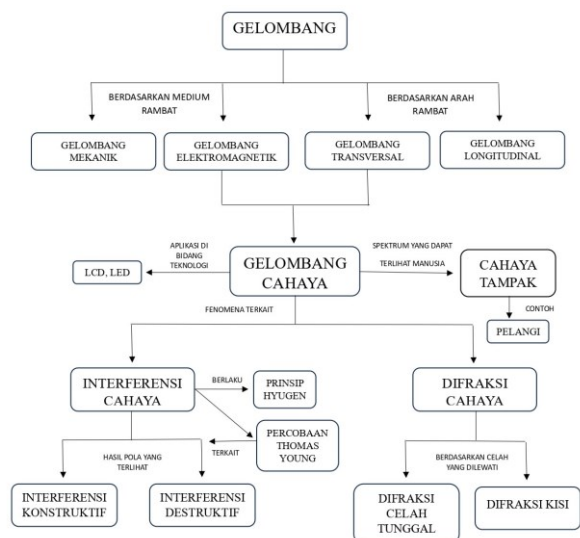
menunjukkan nilai yang didapatkan peserta didik belumlah optimal, terdapat peserta didik yang mampu menjawab dengan benar namun masih ada pula yang belum dapat menuliskan jawaban yang tepat. Hal ini menyebabkan di beberapa materi fisika yang sudah diberikan, nilai rata - rata kelas ada di bawah nilai KKM. Peserta didik juga tidak familiar dengan penggunaan laboratorium virtual *PhET* karena belum pernah mereka gunakan dalam kelas sebelumnya.

1.3 Analisis Tugas (Task Analysis)

Analisis tugas dilaksanakan untuk menetapkan isi pembelajaran dengan cara menjelaskan isi materi dengan detail sesuai Kompetensi Dasar (KD) dan Capaian Umum (CP) Fase F yang terdapat dalam kurikulum merdeka. Materi fisika yang dalam penelitian ini adalah gelombang cahaya.

1.4 Analisis Konsep (Concept Analysis)

Identifikasi konsep yang akan diajarkan dilakukan dalam analisis konsep, kemudian dilakukan pemetaan secara detail terhadap materi pembelajaran yang dalam hal ini adalah materi gelombang cahaya. Susunan pemetaan materi gelombang cahaya tergambar dalam peta konsep yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 2. Peta konsep materi gelombang cahaya

1.5 Spesifikasi Tujuan Pembelajaran (Specifying Instructional Objectives)

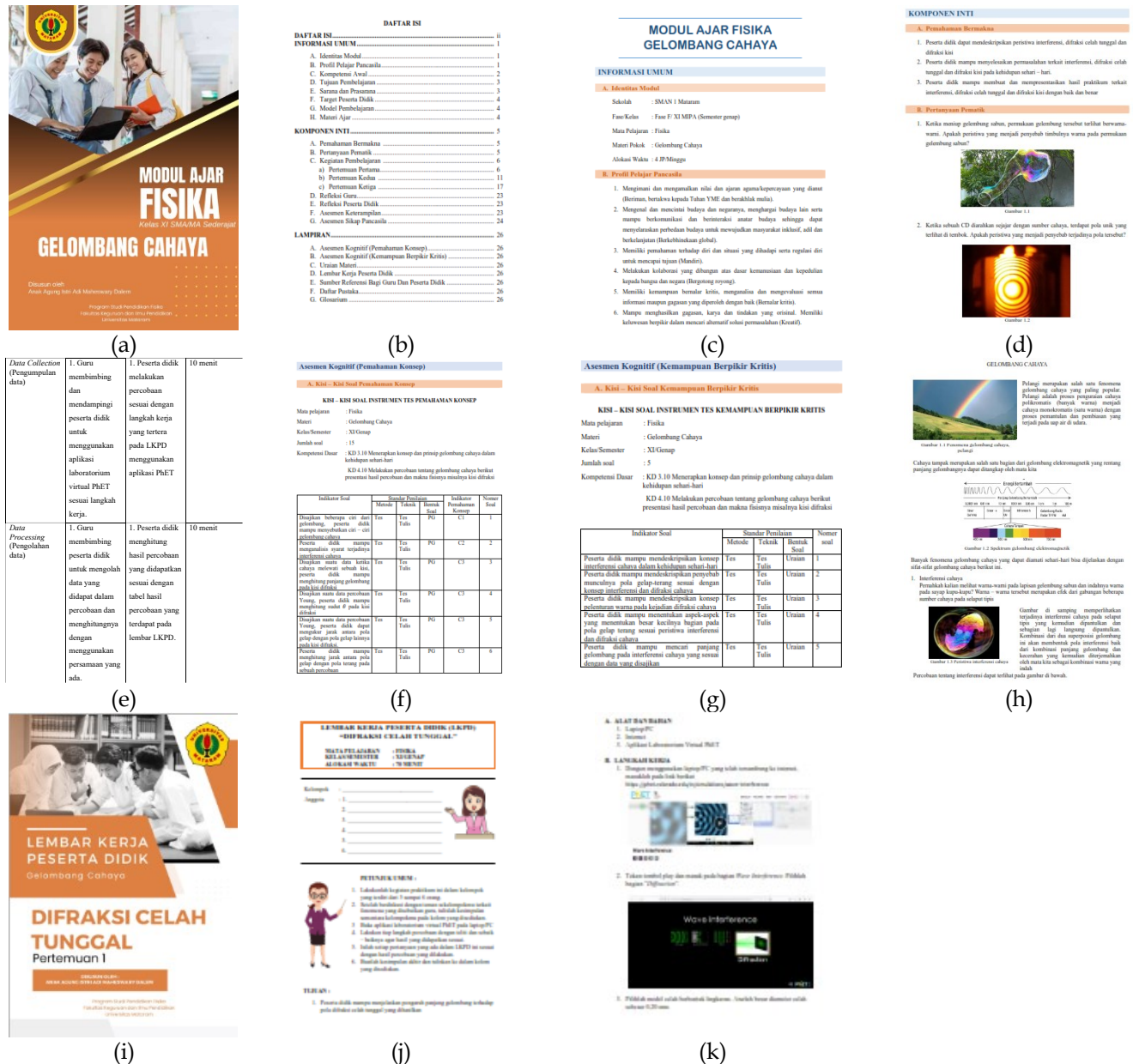
Spesifikasi tujuan pembelajaran berfungsi sebagai penentuan tujuan pembelajaran yang didasarkan pada KD dan CP fase F sesuai dengan kurikulum merdeka belajar.

2 Tahap Perancangan (Design)

Modul ajar yang didasarkan pada kurikulum merdeka belajar. dengan model pembelajaran *discovery* berbantuan *PhET* dan dapat memfasilitasi peningkatan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis

peserta didik. Materi fisika yang dijabarkan pada modul ajar adalah materi pada kelas XI yaitu gelombang cahaya. Modul ajar yang dikembangkan terdiri dari halaman judul (*cover*), bagian informasi umum, komponen inti dan lampiran yang terdiri dari asesmen

kognitif (pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis), uraian materi, lembar kerja peserta didik (LKPD) tiap pertemuan hingga glosarium. Berikut ini contoh modul ajar yang dikembangkan :



Gambar 3. Tampilan modul ajar model *discovery* berbantuan *PhET* (a) *cover*, (b) *daftar isi*, (c) *informasi umum*, (d) *komponen inti*, (e) *sintaks discovery*, (f) *asesmen pemahaman konsep*, (g) *asesmen kemampuan berpikir kritis*, (h) *uraian materi*, (i) *cover LKPD*, (j) *LKPD* dan (k) *langkah kerja LKPD*.

3 Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap selanjutnya dilakukan untuk menciptakan produk berupa perangkat pembelajaran. Analisis validitas, reliabilitas kepraktisan dan keefektifan dari produk pengembangan perangkat pembelajaran dijabarkan sebagai berikut:

3.1 Analisis Hasil Validasi Oleh Validator Ahli dan Validator Praktisi

Salah satu indikator kelayakan pada perangkat pembelajaran dapat dilihat dari nilai validitas dan reliabilitas perangkat yang dibuat (Budiman, 2021). Analisis validasi terdiri dari skor penilaian dan saran serta masukan yang didapatkan melalui validator ahli dan praktisi terkait modul ajar yang dikembangkan. Perangkat pembelajaran data digunakan jika berstatus valid dan reliabel (Makhrus et al., 2020). Komponen

modul ajar fisika dalam materi gelombang cahaya yang disusun dalam penelitian ini telah dinilai oleh para validator dengan menggunakan lembar validasi skala *Likert* untuk mengetahui kevalidan modul ajar yang ada. Berdasarkan perhitungan didapatkan rata - rata persentase validitas modul ajar dari validator ahli dan praktisi masing - masing sebesar 93,33% dan 97,67%.

Semua validator ahli memberikan nilai 4 pada penilaian terkait identitas modul ajar, ketersediaan Kompetensi Awal, ketersediaan informasi umum, kegiatan pendahuluan hingga penutup, penyediaan alokasi waktu, kesesuaian pemilihan media, identitas LKPD, langkah kerja LKPD, bahan ajar dan penggunaan kata baku serta kemudahan pemahaman kalimat dalam modul ajar. Semua validator praktisi memberikan nilai 4 pada penilaian terkait identitas modul ajar, ketersediaan Kompetensi Awal, ketersediaan informasi umum, kegiatan pendahuluan hingga penutup, kesesuaian langkah pembelajaran dengan sintaks *discovery learning*, kesesuaian pemilihan media, identitas LKPD, langkah kerja LKPD, pertanyaan pada LKPD, kesesuaian instrument penilaian, hubungan materi dengan kehidupan sehari-hari dan penggunaan kata baku serta kemudahan pemahaman kalimat dalam modul ajar.

3.2 Analisis Reliabilitas Perangkat Pembelajaran

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi alat ukur dan mengetahui apakah alat ukur tersebut dapat diandalkan dan tetap konsisten selama dilakukan pengukuran berulang. Suatu instrumen dapat dikatakan reliabel jika dapat dipercaya sebagai alat ukur serta memberikan hasil yang konsisten (Yusuf et al,2022). Perangkat pembelajaran termasuk kategori reliabel jika nilai rata-rata *Percentage of Agreement* (PA) $\geq 75\%$ yang berarti kesesuaian atau kesepakatan nilai antar validator tinggi (Arpiawan et al,2022). Kombinasikan hasil validasi 3 validator ahli yang terdiri dari dosen program studi Pendidikan Fisika, Universitas Mataram serta 3 validator praktisi yang terdiri dari guru fisika SMA Negeri 1 Mataram menghasilkan nilai rata - rata. Hasil analisis reliabilitas modul ajar didapatkan nilai rata-rata PA dari validator ahli sebesar 93,33% dan nilai rata-rata dari validator praktisi sebesar 97,67% sehingga didapatkan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 96,38% dan termasuk dalam kategori reliabel.

Berlandaskan penjabaran terkait kelayakan perangkat yaitu modul ajar model *discovery* berbantuan *PhET* yang dikembangkan layak dipergunakan dalam kegiatan pembelajaran yang termasuk dalam kategori sangat valid dan reliabel.

3.3 Analisis Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dan valid kemudian di uji kepraktisannya. Analisis kepraktisan ini berfungsi untuk menguji tingkat kepraktisan perangkat pembelajaran (Azizah et

al.,2022). Analisis kepraktisan diperoleh dari lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran yang dinilai oleh guru fisika ketika perangkat pembelajaran di uji coba terbatas di kelas serta pendapat peserta didik terkait kegiatan pembelajaran dianalisis melalui angket respon peserta didik. Hasil analisis instrumen uji kepraktisan dijabarkan sebagai berikut.

1. Analisis lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran

Keruntutan kegiatan pembelajaran melalui observasi langsung oleh observer terlihat dalam lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Observasi tersebut dinilai dari kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran dan kegiatan peserta didik pada saat pembelajaran berlangsung sesuai kegiatan yang telah disusun. Observer merupakan seorang guru mata pelajaran fisika SMA Negeri 1 Mataram. didapatkan hasil nilai rata-rata persentase keterlaksanaan pembelajaran sebesar 87,83% yang merupakan kategori sangat praktis. Hasil demikian menunjukkan bahwa pembelajaran telah berlangsung sesuai dengan rencana pembelajaran yang telah disusun.

Tabel 4: Persentase keterlaksanaan per-pertemuan

	Persentase keterlaksanaan (%)		
	Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3
Ke praktisan (%)	78,84	88,5	96,15
Rata-rata (%)	87,83		
Tingkat kepraktisan	Sangat Praktis		

2. Analisis angket respon peserta didik

Angket ini dimanfaatkan guna mengetahui tanggapan peserta didik terkait kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan. Angket ini diisi oleh 37 orang peserta didik. Nilai rata-rata kepraktisan dianalisis menggunakan skala *Likert* sehingga diperoleh persentase peserta didik yang menjawab dengan pernyataan sangat setuju sebesar 70,05%, pernyataan setuju sebesar 21,79%, pernyataan kurang setuju sebesar 0,45% dan tidak ada peserta didik yang memilih pernyataan tidak setuju. Persentase rata - rata yang didapatkan terkait pembelajaran yang telah dilakukan adalah 92,29% dan digolongkan dalam kategori sangat praktis. Peserta didik dapat dengan lebih baik memahami pembelajaran yang berlangsung. Hal ini dapat terlihat dari tingginya nilai rata-rata yang menyentuh angka 92,29% dalam ketageri sangat praktis. Peserta didik menikmati menggunakan media *PhET* yang relatif mudah digunakan serta LKPD yang menarik rasa penasaran peserta didik terhadap percobaan yang dilakukan. Lebih dari setengah jumlah peserta didik setuju bahwa pembelajaran yang dilakukan memotivasi peserta didik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran dengan baik, memudahkan

memahami materi dengan lebih baik, media *PhET* yang mudah digunakan serta membantu visualisasi yang dibutuhkan dalam kegiatan pembelajaran serta kegiatan pembelajaran yang melatih untuk memberikan pendapat serta kesimpulan.

Tabel 5: Hasil analisis angket

No.	Jumlah Responden			
	SS	S	TS	STS
1.	27	10	0	0
2.	24	12	1	0
3.	27	8	2	0
4.	23	13	1	0
5.	27	10	0	0
6.	28	9	0	0
7.	28	9	0	0
8.	25	12	0	0
9.	24	13	0	0
10.	22	15	0	0
11.	28	9	0	0
12.	28	9	0	0
70,05		21,79	0,45	0
92,29				
Sangat Praktis				

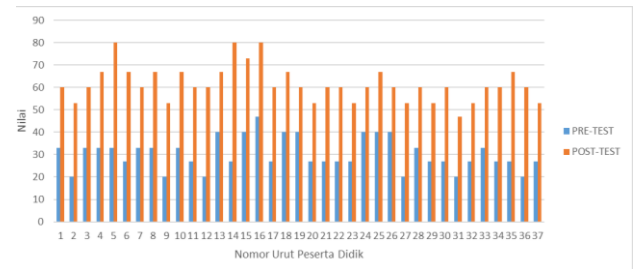
3.4 Analisis Keefektifan Perangkat Pembelajaran

Perangkat yang telah dilakukan uji kepraktisan selanjutnya dilakukan uji keefektifan. Efektivitas merupakan sebuah tolak ukur seberapa baik suatu pekerjaan dilakukan. Artinya suatu pekerjaan dianggap efektif jika diselesaikan sesuai dengan perencanaan atau tujuan. Efektivitas pembelajaran merupakan indikator keberhasilan proses interaksi antara peserta didik serta antara peserta didik dengan guru dalam keadaan edukatif demi tercapainya tujuan pembelajaran (Yusuf et al, 2022). Sehingga dapat dikatakan bahwa efektivitas pembelajaran dapat diartikan sebagai tolak ukur keberhasilan dari sebuah proses pembelajaran dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Sebelum uji coba terbatas dilaksanakan, peserta didik melakukan kegiatan *pre-test* di awal pembelajaran. *Pre-test* bermaksud untuk mendapatkan gambaran terkait pengetahuan awal peserta didik tentang materi yang diajarkan yaitu gelombang cahaya. Uji coba terbatas dilaksanakan setelahnya dengan menggunakan perangkat pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran sebanyak 3 pertemuan. Diakhir pembelajaran dilakukan *post-test* untuk mengetahui tingkat keefektifan perangkat dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis materi fisika peserta didik.

1. Perhitungan *N-Gain* Pemahaman Konsep

Hasil uji coba terbatas pada 37 orang peserta didik kelas XI MIPA 2 SMA Negeri 1 Mataram. Nilai *pre-test* dan *post-test* terlihat pada diagram dalam Gambar 4.

Gambar 4. Nilai *pre-test* dan *post-test* pemahaman konsep

Uji *N-Gain* kemudian dihitung menggunakan data hasil perolehan nilai peserta didik tersebut untuk menggolongkan nilai peserta didik berdasarkan tiga kategori yakni tinggi, sedang dan rendah.

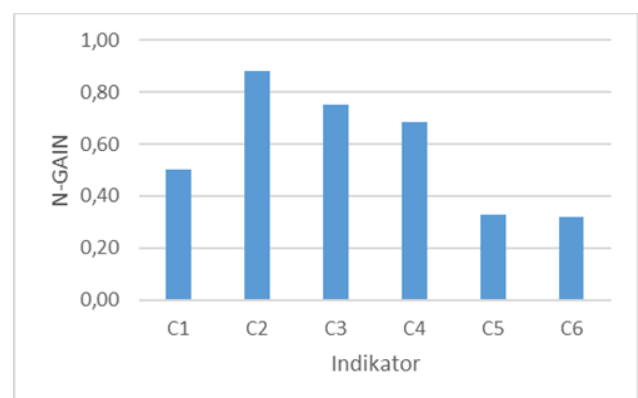
Tabel 6: Kategori pemahaman konsep berdasarkan uji *N-Gain*

<i>N-Gain</i>	Kategori	Jumlah peserta didiik	Persentase (100%)
$g > 0,7$	Tinggi	2	5,41
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang	35	94,59
$g \leq 0,3$	Rendah	0	0,00

Uji nilai *N-Gain* untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemahaman konsep fisika per indikator.

Tabel 7: Uji *N-Gain* pemahaman konsep per indikator

Indikator	$\bar{x}$ Pre	$\bar{x}$ Post	<i>N-Gain</i>	Kategori
C1	6,62	6,81	0,50	Sedang
C2	3,78	6,62	0,88	Tinggi
C3	19,86	31,22	0,75	Tinggi
C4	10,59	22,51	0,68	Sedang
C5	1,32	5,49	0,33	Sedang
C6	0,95	5,11	0,32	Sedang

Gambar 5. Diagram *N-Gain* pemahaman konsep per indikator

Dari tabel diatas, diketahui bahwa peningkatan pemahaman konsep fisika peserta didik per indkator termasuk ke dalam kategori peningkatan sedang. Hasil uji *N-Gain* pemahaman konsep fisika kelas XI MIPA 2 SMA Negeri 1 Mataram terlihat dalam Tabel 8.

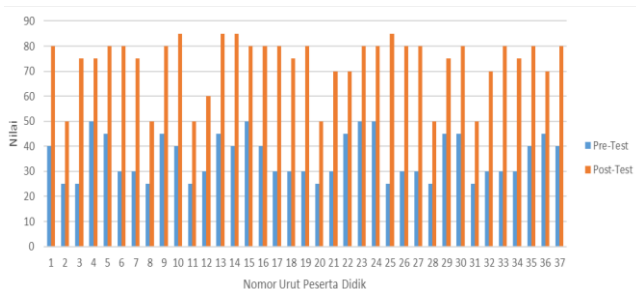
Tabel 8: Uji *N-Gain* pemahaman konsep

Kemampuan Pemahaman Konsep	Nilai min	Nilai maksimum	Nilai rata-rata	<i>N-Gain</i>	Kategori
Pre test	20	47	30,32	0,58	Sedang
Post test	47	80	61,62		

Peningkatan kemampuan pemahaman konsep fisika peserta didik kelas XI MIPA 2 dapat terlihat dari nilai rata-rata senilai 0,58 yang termasuk dalam kategori sedang. Persentase *N-Gain* yang diperoleh sebesar 58% dan termasuk ke dalam kategori cukup efektif. Kategori yang mendapatkan *N-Gain* paling rendah adalah C5 dan C6 yang terdiri dari masing-masing 2 soal pada tes. Hal ini menandakan walaupun ada peningkatan kemampuan peserta didik, tetapi latihan soal sangat perlu dilakukan untuk membiasakan peserta didik menghadapi soal setingkat C5 dan C6 dengan materi secara berturut-turut perhitungan interferensi cahaya jarak dua garis terang dalam air, interaksi dua gelombang yang mengalami difraksi dan kaitannya dengan energi, menentukan jenis warna cahaya tampak berdasarkan hasil percobaan serta menemukan lebar celah sesuai hasil percobaan. Berdasarkan hasil tes peserta didik kesulitan menjawab keempat soal tersebut meskipun dengan persamaan yang sama mampu menjawab soal perhitungan jarak garis terang/gelap, besar sudut ataupun panjang gelombang pada soal lainnya. Berdasarkan tingkatan soal, ketidakmampuan ini didasari oleh kurangnya kapabilitas peserta didik untuk mengolah data yang diketahui pada soal untuk menemukan poin-poin yang dapat membantu penyelesaian soal.

2. Perhitungan *N-Gain* keterampilan berpikir kritis

Uji coba terbatas yang dilakukan pada 37 orang peserta didik dapat terlihat dalam diagram. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *N-Gain* untuk menggolongkan nilai peserta didik dalam tiga kategori yang ada. Hasil uji *N-Gain* dan persentasenya yang telah digolongkan tertera pada Tabel 9. Kategori sedang memiliki persentase tertinggi yaitu 72,97%.

Gambar 6. Perolehan nilai *pre-test* dan *post-test* keterampilan berpikir kritisTabel 9: Kategori kemampuan berpikir berdasarkan uji *N-Gain*

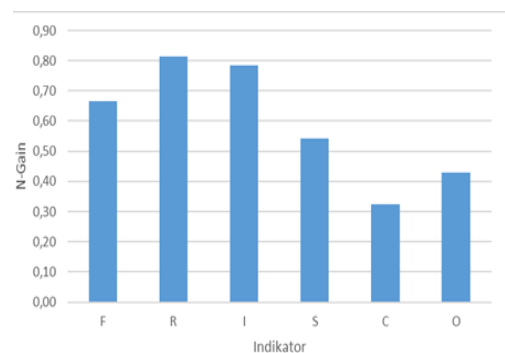
Nilai <i>N-Gain</i>	Kategori	Jumlah peserta didik	Persentase (100%)
$g > 0,7$	Tinggi	10	27,03
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang	27	72,97
$g \leq 0,3$	Rendah	0	0,00

Sistem *Level of Critical Thinking* (LCT) merupakan sistem yang dibuat untuk memudahkan pengelompokan jenjang kemampuan berpikir kritis peserta didik sesuai dengan FRISCO yang terdiri dari *focus* (F), *reason* (R), *inference* (I), *situation* (S), *clarity* (C) dan *overview* (O). Terdapat empat tingkatan sistem LCT yaitu LCT 0 (tidak ada jawaban yang sesuai dengan indikator FRISCO), LCT 1 (jawaban peserta didik sesuai dengan satu sampai tiga indikator FRISCO), LCT 2 (jawaban peserta didik sesuai dengan empat atau lima indikator FRISCO) dan LCT 3 (jawaban peserta didik sesuai dengan keenam indikator FRISCO).

Indikator FRISCO dan kategori uji *N - Gain* kemampuan berpikir kritis per tertera pada Tabel 10.

Tabel 10: Uji *N-gain* kemampuan berpikir kritis per indikator

Indikator	$\bar{x}$ Pre	$\bar{x}$ Post	<i>N-Gain</i>	Kategori
F	18,38	19,46	0,67	Sedang
R	11,35	18,38	0,81	Tinggi
I	0	15,68	0,78	Tinggi
S	0	5,41	0,54	Sedang
C	0	6,49	0,32	Sedang
O	8,11	8,92	0,43	Sedang

Gambar 7. Diagram *N-Gain* kemampuan berpikir kritis per indikator

Bersumber pada tabel, terlihat bahwa terdapat perkembangan kemampuan berpikir kritis fisika per indikator. Peningkatan ini tergolong kategori peningkatan sedang. Hasil uji *N - Gain* kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik menurut *pre-test* dan *post-test* tertera pada Tabel 11.

Tabel 11: Uji *N-Gain* kemampuan berpikir kritis

Kemampuan	Nilai	Nilai	Nilai	<i>N-Gain</i>	Kategori
Pemahaman Konsep	min	max	rata-rata	<i>n</i>	
Pre test	25	50	35,54	0,59	Sedang
Post test	50	85	73,24		

Uji *N-Gain* kemampuan berpikir kritis fisika kelas XI MIPA 2 sebesar 0,59 yang tergolong ke dalam kategori sedang. Hal ini juga terlihat pada grafik nilai *pre-test* dan *post-test* yang ditampilkan serta setelah dikaji dengan uji *N-Gain* per-indikator maupun uji *N-Gain* secara keseluruhan, terlihat peningkatan kemampuan berpikir kritis fisika di kelas XI MIPA 2 SMA Negeri 1 Mataram. Nilai *N-Gain* dalam bentuk persentase sebesar 59% dikategorikan berdasarkan tafsiran efektivitas *N-Gain* termasuk kategori cukup efektif.

Indikator R (*reason*) dan I (*inference*) mendapatkan nilai *N-Gain* tertinggi disebabkan kemampuan peserta didik untuk memahami konsep dasar dari gelombang cahaya dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini didukung dengan penggunaan model pembelajaran *discovery* khususnya pada sintaks *problem statement*, *verification* dan *generalization* yang mendorong peserta didik untuk mengetahui penyebab terjadinya fenomena terkait gelombang cahaya, mencari konsep yang mendukung pembuktian nyata fenomena tersebut serta pengambilan kesimpulan yang dilakukan peserta didik secara bersama-sama dalam kegiatan pembelajaran. Hal ini juga didukung penggunaan LKPD dan laboratorium virtual *PhET* yang memungkinkan peserta didik melihat pergerakan gelombang cahaya dengan jelas. Hal ini sesuai dengan penelitian Lubis et al. (2023) yang menyatakan bahwa perbedaan variasi terkait kemampuan berpikir kritis peserta didik berhubungan dengan model dan alat bantu pembelajaran yang dipakai.

Sementara itu rendahnya nilai *N-Gain* dikategori C (*Clarity*) disebabkan sulitnya peserta didik untuk menghapuskan istilah-istilah yang biasa muncul dalam materi gelombang cahaya dan menjelaskannya dalam jawaban. Kebanyakan peserta didik tidak menuliskan makna dari istilah yang dipakai dan tidak dapat menjelaskan lebih lanjut terkait maksud dari istilah tersebut. Untuk dapat lebih lanjut meningkatkan *Clarity* pada kemampuan peserta didik, guru perlu lebih sering memperkenalkan makna dan menggunakan istilah-istilah yang biasa muncul dalam suatu materi pembelajaran dan bukan hanya menyebutkannya saja. Hal ini sejalan dengan penelitian Farisa et al. (2023) yang menerangkan bahwa pendidik harus memberikan *pointer* tentang materi pembelajaran untuk melatih

peserta didik menggunakan kemampuan berpikir kritisnya.

Hasil uji *pre-test* dan *post-test* peserta didik memperlihatkan perkembangan kategori FRISCO yang semula hanya berada pada tingkat LCT 1 kebanyakan meningkat hingga tingkat LCT 2. Melalui hasil tes tersebut kemudian diolah data perkembangan tingkat LCT peserta didik.

No Urut Peserta Didik		Indikator Berpikir Kritis						LCT
		F	R	I	S	C	O	
1	Pre-test	✓	✓	-	-	-	-	1
	Post-test	✓	✓	✓	✓	-	✓	2
2	Pre-test	✓	-	-	-	-	-	1
	Post-test	✓	✓	-	-	-	✓	1
3	Pre-test	✓	-	-	-	-	-	1
	Post-test	✓	✓	✓	✓	-	✓	2
4	Pre-test	✓	✓	-	-	-	-	1
	Post-test	✓	✓	✓	✓	-	✓	2
5	Pre-test	✓	✓	-	-	-	✓	1
	Post-test	✓	✓	✓	✓	-	✓	2
6	Pre-test	✓	-	-	-	-	-	1
	Post-test	✓	-	✓	✓	✓	✓	2
7	Pre-test	-	✓	-	-	-	-	1
	Post-test	✓	✓	✓	✓	✓	-	2
8	Pre-test	✓	✓	-	-	-	-	1
	Post-test	✓	✓	-	-	-	-	1
9	Pre-test	✓	✓	-	-	-	-	1
	Post-test	✓	✓	✓	✓	-	✓	2
10	Pre-test	✓	✓	-	-	-	-	1
	Post-test	✓	✓	✓	-	✓	✓	2

Gambar 8. Perubahan tingkat LCT peserta didik.

Peningkatan pada masing – masing peserta didik dapat terlihat pada ditandainya (✓) pada tiap kolom indikator *pre-test* maupun *post-test* yang dikerjakan peserta didik. Tanda tersebut berarti bahwa peserta didik telah memenuhi kriteria yang dimaksud dalam tiap soal pada tes yang dilakukan. Perkembangan tingkat LCT peserta didik cenderung naik dari LCT 1 ke LCT 2, meskipun terdapat beberapa peserta didik yang masih berada pada tingkatan LCT 1 di *post-test* yang dilalui. Dalam penelitian ini terdapat 31 orang peserta didik yang mengalami peningkatan LCT dan 6 orang peserta didik yang tidak mengalami perubahan LCT.

Kesimpulan

Pengembangan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *PhET* dinyatakan layak dengan kategori sangat valid dan reliabel serta sangat praktis berdasarkan perhitungan lembar keterlaksanaan pembelajaran dan angket respon peserta didik serta berdasarkan hasil *N-Gain* dari *pre-test* dan *post-test* peserta didik terlihat cukup efektif guna mengembangkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Kepala sekolah SMA Negeri 1 Mataram, guru pamong mata pelajaran fisika dan peserta didik kelas XI MIPA 2 tahun ajaran 2024/2025 yang telah membantu jalannya penelitian untuk penyusunan artikel ini.

Referensi

- Alfriani, N., Natsir., R. Y., & Yustina. Y. (2022). Model Pembelajaran *Discovery Learning* Dapat Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Seni Budaya Pada Siswa Kelas VII.II UPTD SMPN 19 Barru. *Jurnal Guru Pencerah Semesta*. 1(1):21-29. DOI: <https://doi.org/10.56983/gps.v1i1.445>
- Amalia, R., Kosim, K., & Gunada, I. W. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi *PhET* Terhadap Sikap Ilmiah dan Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*. 7(2b),747-756. DOI: <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2b.702>
- Aminah, S., Doyan, A., & Hikmawati, H. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Kuantum Berbantuan Simulasi *PHET* Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 1(1). DOI: <https://doi.org/10.29303/jppfi.v1i1.15>
- Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Asessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Arifuddin, A., Sutrio, S., & Taufik, M. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Kontekstual Berbasis *Hands On Activity* dalam Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2c), 894-900. DOI: <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2c.631>
- Arpiawan, N., A, Syahrial., & Sutrio, S. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Peserta Didik SMA. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*. 7(2c), 974-979. DOI: <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2c.361>
- Azizah, B. M. N., Rokhmat, J., Sutrio, S., & Susilawati, S. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Model Kausalitik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Peserta Didik Pada Materi Momentum dan Impuls. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(3), 1219-1228. DOI: <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i3.707>
- Budiman, B. (2021). Analisis Validitas dan Reliabilitas Perangkat Pembelajaran Model Penemuan Terbimbing Berbasis *Home Visit*. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*. 4(6): 450-454. DOI: <https://doi.org/10.54371/jiip.v4i6.304>
- Ennis, R. H. (2011). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. Illinois:University of Illinois.
- Farisa Nurillah, Sunardi, S., Suwito, A., & Yudianto, E. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI Dalam Menyelesaikan Masalah Persamaan Lingkaran Ditinjau Dari Kepribadian DISC. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(2), 316-328. DOI: <https://doi.org/10.30605/proximal.v6i2.2853>
- Gunada, I. W., Ismi, R., Verawati, N. N. S. P., & Sutrio, S. (2023). Analisis Tes Kemampuan Pemecahan Masalah dan Berpikir Kritis Pada Materi Gelombang Bunyi. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*. 8(1), 489-495. DOI: <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i1.1368>
- Gusnawati, Y., & Anwar, S. (2020). Analisis Level Soal Ulangan Akhir Semester (UAS) Semester Genap Tahun Pelajaran 2018/2019 Mata Pelajaran Geografi SMA/MA di Kota Padang. *Jurnal Buana*. 4 (1): 92. DOI: <https://doi.org/10.24036/buana.v4i1.732>
- Hasanah, Siti I., Susilawati S. & Rokhmat, J. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*. 3(1):26-31. DOI: <https://doi.org/10.29303/geoscienceed.v3i1.98>
- Isnaini, R., Gunawan, G., & Taufik, M. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Pada Materi Usaha dan Energi Berbasis *Project Based Learning*. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*. 2. 26-29. DOI: <https://doi.org/10.29303/geoscienceed.v2i2.128>
- Lestari, SAP., Gunawan., & Kosim (2019). Model Pembelajaran *Discovery Learning* dengan Pendekatan Konflik Kognitif Berorientasi pada Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 5(1): 118. DOI: <https://doi.org/10.29303/jpft.v5i1.1161>
- Lubis, S. M. A., & Permatasari, D. (2023). Level of critical thinking ability in solving numeration problems in the minimum competency assessment. *Desimal: Jurnal Matematika*, 6(1), 63-72. DOI: <http://dx.doi.org/10.24042/djm.v6i1.14611>
- Maipita, I., Dalimunthe, M. B., & Sagala, G. H. (2021). The Development Structure of the Merdeka Belajar Curriculum in the Industrial Revolution Era. *Proceedings of the International Conference on Strategic Issues of Economics, Business and, Education (ICoSIEBE 2020)*, 163. Atlantis Press. DOI: <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210220.026>
- Makhrus, M., Wahyudi, W., Taufik, M., & Zuhdi, M. (2020). Validitas Perangkat Pembelajaran

- Berbasis CCM-CCA pada Materi Dinamika Partikel. *Jurnal Pijar MIPA*. 15(1): 54-58.
DOI: <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i1.1441>
- Miasari, N. P., Sumantri, M., & Renda, N. T. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran *Discovery Learning* Berbantuan Lingkungan Sekitar Terhadap Hasil Belajar IPA. *Journal for Lesson and Learning Studies*. 3(2), 319-328.
DOI: <https://doi.org/10.23887/jlls.v3i2.27452>
- Nurjannah, E., Syahril A., Doyan, A. & Sahidu, H. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Media *PhET* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Keterampilan Generik Sains Fisika Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi dan Geofisika*, 2(1), 21-25.
DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceedu.v2i1.127>
- Pratiwi, Medina S., Hikmawati, H., Makhrus, M., & Wahyudi, W. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model *Discovery Learning* dengan Teknik Probing Prompting Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*. 3(1).
DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v3i1.171>
- Rahmawati, A. D., & Malik, A. (2024). Analisis Faktor yang Menyebabkan Penyimpangan Galvanometer dan Kondisi Lampu dengan Hukum Faraday Menggunakan Laboratorium Virtual *PhET*. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika Indonesia*. 6(1).
DOI: <https://doi.org/10.29303/jppfi.v6i1.261>
- Saputro, Budiyo. (2021). *Best Practice Penelitian Pengembangan (Research And Development)*. Lamongan : Academia publication.
- Solikha, N., Suchainah, & Rasyida, I. (2020). Efektivitas Pembelajaran *E-Learning* Berbasis *Schoology* Terhadap Peningkatan Keaktifan Dan Hasil Belajar Siswa X Ips Man Kota Pasuruan. *Jurnal Ilmiah Edukasi & Sosial*. 11(1): 31-42.
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S., & Semmel, M.I. (1974). *Instructional development for training teacher of exceptional children*. Bloomington Indiana: Indiana University.
- Trilling, Bernie & Fadel, Charles. (2009). *21st Century Skills: Learning For Life In Our Times*. USA: Jossey bass.
- Verdian, F., Jadid, M. A., & Rahmani, M. N. (2021). Studi Penggunaan Media Simulasi *PhET* dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*. 1(2), 39.
DOI: <https://doi.org/10.52434/jpif.v1i2.1448>
- Yuliana, Y., Zuhdi, M., & Gunada, I. W. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran SSCS (Search, Solve, Create, and Share) Berbantuan E-LKPD Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Peserta Didik : The Effect of SSCS Learning Model (Search, Solve, Create, and Share) Assisted by E-LKPD on Students' Mastery of Physics Concepts. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika Indonesia*. 6(1).
DOI: <https://doi.org/10.29303/jppfi.v6i1.238>
- Yusuf, M., 'Ardhuha, J., & Hikmawati, H. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2), 250-258.
DOI: <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2.457>