E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Pengaruh E-Modul Berbasis *Dual Space Inquiry* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Gelombang Mekanik

Yunia Loreza[1], Fuja Novitra[2], Fatni Mufit[3], Dea Stivani Suherman[4]
[1234]Universitas Negeri Padang, yunialoreza@gmail.com

Abstrak

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi esensial yang harus dikuasai siswa di era abad ke-21. Namun, hasil studi awal menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI Fisika Moving SMAN 9 Padang masih berada pada kategori sangat rendah dengan persentase rata-rata sebesar 32%. Kondisi ini dipengaruhi oleh penggunaan bahan ajar yang belum optimal dalam melatih seluruh indikator keterampilan berpikir kritis, serta pembelajaran yang masih berlangsung satu arah. Oleh karena itu, diperlukan inovasi bahan ajar yang mampu mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses berpikir ilmiah secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh e-modul berbasis Dual Space Inquiry (DSI) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang mekanik. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain posttest only control group design. Kelas eksperimen menggunakan e-modul berbasis DSI yang memuat lima fase pembelajaran, yaitu orientasi, konseptualisasi, eksplorasi, kesimpulan dan penilaian, serta refleksi. Kelas Kontrol menerapkan pembelajaran konvensional menggunakan buku teks yang tersedia di sekolah. Setelah pelaksanaan penelitian kedua kelas sampel diuji menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji kesamaan dua rata-rata. Analisis data menggunakan uji-t pada taraf nyata $\alpha = 0{,}05$. Dari hasil analisis diperoleh bahwa terdapat pengaruh yang signifikan penggunaan e-modul berbasis DSI terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang mekanik. Hal ini dibuktikan oleh hasil uji hipotesis yang menunjukkan th > tt yaitu 2,852 >2,004 pada taraf nyata $\alpha = 0{,}05$, sehingga H1 diterima. Nilai rata-rata posttest kelas eksperimen (71,375) lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kelas control (64,379). Perbedaan ini mencerminkan keunggulan e-modul berbasis DSI dalam melatih keterampilan berpikir kritis siswa secara lebih terstruktur dan sistematis karena setiap fase DSI secara eksplisit melatih satu atau lebih indikator keterampilan berpikir kritis, mulai dari interpretasi pada fase orientasi hingga regulasi diri pada fase refleksi.

Kata Kunci: *E-Modul, Dual Space Inquiry, Keterampilan Berpikir Kritis, Gelombang Mekanik*

Abstract

Critical thinking skills are one of the essential competencies that students must master in the 21st century. However, preliminary study results indicate that the critical thinking skills of 11th-grade students in the Physics Moving class at SMAN 9 Padang remain in the very low category, with an average score of 32%. This situation is influenced by the use of teaching materials that are not yet optimal in training all indicators of critical thinking skills, as well as learning that is still one-way. Therefore, there is a need for innovative teaching materials capable of encouraging students' active engagement in the scientific thinking process in a systematic manner. This study aims to determine the effect of Dual Space Inquiry (DSI)-based e-modules on students' critical thinking skills in the subject of mechanical waves. The study employed a quasiexperimental design with a posttest-only control group. The experimental class used a DSI-based e-module containing five learning phases: orientation, conceptualization, exploration, conclusion and evaluation, and reflection. The control class implemented conventional learning using textbooks available at the school. After the study was conducted, both sample classes were tested using normality tests, homogeneity tests, and tests of equality of two means. Data analysis used a t-test at a significance level of $\alpha = 0.05$. The analysis revealed that the use of DSI-based e-modules had a significant effect on students' critical thinking skills regarding mechanical waves. This was confirmed by the results of the hypothesis test, which showed that t th > tt is (2,852 > 2,004) at a significance level

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

of α = 0.05, thus accepting H1. The mean posttest score of the experimental class (71,375) was significantly higher than that of the control class (64,379). This difference reflects the superiority of DSI-based e-modules in training students' critical thinking skills in a more structured and systematic manner, as each phase of DSI explicitly trains one or more indicators of critical thinking skills, ranging from interpretation in the orientation phase to self-regulation in the reflection phase.

Keywords: *E-Module, Dual Space Inquiry, Critical Thinking Skills, Mechanical Waves*

Corresponding Author:
Yunia Loreza

Universitas Negeri Padang, yunialoreza@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan abad ke-21 yang ditandai dengan kemajuan teknologi dan arus informasi telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan. Siswa saat ini hidup di lingkungan yang dipenuhi berbagai sumber informasi yang dapat diakses dengan cepat melalui media digital. Kondisi tersebut menuntut pendidikan untuk tidak hanya berfokus pada penyampaian materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan yang membantu siswa memahami, memilah, dan menggunakan informasi secara tepat dalam berbagai situasi. Sejalan dengan tuntutan tersebut, pembelajaran abad ke-21 menekankan pentingnya penguasaan kompetensi 4C, yaitu critical thinking (berpikir kritis), creativity (kreativitas), communication (komunikasi), dan collaboration (kolaborasi) (Azzahara & Lestari, 2026). Keempat kompetensi tersebut dipandang sebagai keterampilan penting yang perlu dibentuk melalui proses pembelajaran agar siswa mampu menyesuaikan diri dengan perubahan dan berperan aktif dalam kehidupan masyarakat. Di antara keempat kompetensi tersebut, berpikir kritis memiliki peran yang sangat penting karena menjadi dasar dalam proses memahami dan mengolah informasi. Menurut (Facione, 2015), keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir yang bertujuan dan bersifat reflektif, yang melibatkan enam keterampilan utama, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri. Siswa yang memiliki keterampilan berpikir kritis tidak hanya menerima informasi apa adanya, tetapi mampu mempertanyakan, menganalisis, dan mengevaluasi sebelum menarik kesimpulan. Dalam kegiatan pembelajaran, keterampilan ini membantu siswa memahami materi secara lebih mendalam dan tidak sekedar menghafal, sehingga pengembangan keterampilan berpikir kritis menjadi kebutuhan penting agar siswa mampu membangun pemahaman yang kuat dan menyelesaikan permasalahan secara runtut.

Kondisi nyata keterampilan berpikir kritis siswa di sekolah diperoleh melalui pelaksanaan studi awal. Studi awal dilakukan dengan memberikan tes tertulis kepada siswa kelas XI Fisika Fase F SMAN 9 Padang. Tes yang digunakan adalah soal-soal yang mengukur keterampilan berpikir kritis berdasarkan indikator (Facione, 2015), yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan pengaturan diri, yang diadaptasi dari instrumen yang dikembangkan oleh Isra Dianti pada tahun 2025. Materi gelombang mekanik berperan sebagai konteks pembelajaran tempat e-modul berbasis dual space inquiry diterapkan dan keterampilan berpikir kritis siswa dilatihkan. Oleh karena itu, tes awal tidak dimaksudkan untuk mengukur penguasaan materi tertentu, melainkan untuk memetakan profil awal keterampilan berpikir kritis siswa. Instrumen tes awal menggunakan materi kinematika gerak karena materi tersebut telah dipelajari siswa sebelumnya, sehingga siswa tidak terhambat oleh ketidakfamiliaran konsep dalam menunjukkan kemampuan berpikirnya. Hasil tes awal keterampilan berpikir kritis siswa disajikan dalam Tabel 1.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Tabel 1. Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Indikator KBK	Rata-rata	Kategori
Interpretation	31 %	Sangat Rendah
Analysis	52 %	Sangat Rendah
Evaluation	43 %	Sangat Rendah
Inference	33 %	Sangat Rendah
Explanation	23 %	Sangat Rendah
Self-Regulation	10 %	Sangat Rendah

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI Fisika Fase F SMAN 9 Padang secara keseluruhan masih berada pada kategori sangat rendah dengan persentase 32%. Berkenaan dengan permasalahan tersebut, beberapa penelitian juga menunjukkan hasil yang masih jauh dari harapan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ardiyanti & Harto (2021) bahwa keterampilan berpikir kritis para siswa dalam mata pelajaran fisika masih rendah di mana 30,6% siswa berada dalam kategori sangat rendah, dan 55,6% berada pada kategori rendah, sementara hanya 13,8% siswa yang termasuk dalam kategori cukup, dan tidak ada yang berada pada kategori tinggi atau sangat tinggi. Temuan ini memperlihatkan bahwa mayoritas siswa belum memiliki keterampilan berpikir kritis yang cukup dalam pembelajaran fisika.

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan analisis dokumen, kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran masih perlu didukung oleh bahan ajar yang lebih menarik dan mampu mendorong keterlibatan siswa secara aktif. Bahan ajar yang digunakan selama ini belum sepenuhnya membantu siswa untuk terbiasa mengemukakan pendapat, memberikan alasan, maupun menganalisis suatu permasalahan. Pembelajaran masih berfokus pada penyampaian materi dan penyelesaian soal, sehingga ruang bagi siswa untuk mengembangkan cara berpikirnya masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan pembaruan bahan ajar yang tidak hanya menyajikan materi, tetapi juga memuat aktivitas yang dapat melatih siswa untuk bertanya, berdiskusi, menghubungkan konsep, dan menarik kesimpulan secara mandiri.

Salah satu bahan ajar yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa adalah e-modul. E-modul menyajikan materi secara terstruktur dan interaktif serta memuat kegiatan pembelajaran secara menyeluruh dan lengkap, mulai dari penyampaian konsep, demonstrasi fenomena, latihan soal, hingga refleksi dan evaluasi. Dengan format yang menyeluruh ini, siswa tidak hanya membaca atau menyalin materi, tetapi juga didorong untuk mengeksplorasi, menghubungkan konsep dengan fenomena nyata, serta memecahkan masalah secara mandiri, sehingga keterampilan berpikir kritis mereka dapat terlatih secara optimal. Penelitian Kurniawan & Syafrian (2021) menunjukkan bahwa e- modul fisika SMA berbasis guided inquiry terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu, agar e-modul dapat benar-benar efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis, penggunaannya perlu didukung oleh model pembelajaran yang sesuai.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka peneliti tertarik untuk mengangkat penelitian dengan judul "Pengaruh E-Modul Berbasis Dual Space Inquiry Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Gelombang Mekanik". Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan inovasi pembelajaran fisika yang mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa yang belum optimal.

METODE

Jenis Penelitian Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuasi eksperimen (*quasi-experimental*) dengan desain *Posttest Only Control Group Design*. Dalam desain ini, terdapat dua kelompok yang dipilih (kelas eksperimen dan kelas kontrol), di mana pengukuran kemampuan berpikir kritis siswa hanya dilakukan setelah perlakuan diberikan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

(*posttest*). Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 9 Padang Tahun Ajaran 2026. Populasi yang digunakan adalah seluruh siswa kelas XI Fisika *Moving* SMAN 9 Padang Tahun Ajaran 2026. Penentuan sampel dipilih berdasarkan hasil uji prasyarat data awal (uji normalitas, homogenitas, dan kesamaan dua rata-rata). Sampel yang terpilih adalah kelas Fisika *Moving* 2 dan Fisika *Moving* 3, dengan pembagian satu kelas sebagai kelas eksperimen dan satu kelas sebagai kelas kontrol. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Penggunaan *e-modul* berbasis *Dual Space Inquiry* (DSI). Variabel Terikat dalam penelitian ini adalah Keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang mekanik. Kemudian variable control dalam penelitian ini adalah Alokasi waktu, guru pengajar, jumlah dan jenis soal tes, sistem penilaian, serta suasana belajar. Penelitian ini memeiliki beberapa data seperti, data primer (nilai *posttest* keterampilan berpikir kritis siswa) dan data sekunder.

Prosedur pelaksanaan penelitian dibagi ke dalam tiga tahapan utama:

1. *Tahap Persiapan:* Meliputi analisis kurikulum, observasi awal, pembuatan *e-modul*, penyusunan instrumen tes, serta uji coba instrumen (*tryout*).
2. *Tahap Pelaksanaan:* Memberikan perlakuan di kelas eksperimen menggunakan *e-modul* berbasis DSI dan di kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional.
3. *Tahap Penyelesaian:* Mengadakan tes akhir (*posttest*), mengolah data, menganalisis hasil menggunakan uji statistik, dan menyusun laporan penelitian.

Instrumen utama berupa tes keterampilan berpikir kritis dalam bentuk soal uraian (*essay*) yang mengukur 6 indikator berpikir kritis menurut Facione. Soal diuji cobakan terlebih dahulu untuk dianalisis kualitasnya berdasarkan:

1. *Validitas:* Menggunakan rumus korelasi *product moment* (menghasilkan 19 soal valid dari 23 soal uji coba).
2. *Reliabilitas:* Menggunakan rumus *alpha cronbach* (diperoleh koefisien 0,73 dengan kategori Tinggi).
3. *Tingkat Kesukaran & Daya Beda:* Untuk memilah soal berkategori baik dan mampu membedakan kemampuan siswa.

Analisis data dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian melalui beberapa tahapan statistik:

1. *Uji Normalitas:* Menggunakan uji Liliefors untuk melihat apakah data berdistribusi normal.
2. *Uji Homogenitas:* Menggunakan uji F untuk memeriksa kesamaan varians antar kelas sampel.
3. *Uji Hipotesis:* Menggunakan uji-t (*independent sample t-test*) pada taraf nyata untuk menentukan ada atau tidaknya pengaruh signifikan dari variabel bebas terhadap variabel terikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

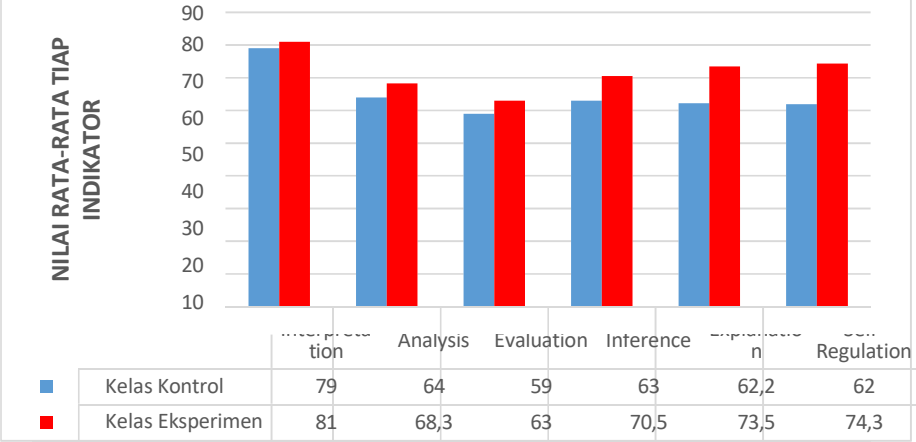
Tabel 2. Hasil Analisis Data Pada Kelas Sampel

No	Parameter Statistik	Kelas	
		Kontrol	Eksperimen
	Statistik Deskriptif		
1.	N	28	28
	Mean	64,37857143	71,375
	S	8,523	9,789
	S^2	72,64	95,84
	Uji Normalitas		
2.	α	0,05	0,05
	Lhitung	0,126418589	0,156988546

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

	Ltabel	0,1641	0,1641
	Keterangan	Normal	Normal
	Uji Homogenitas		
3.	α	0,05	0,05
	Fhitung	1,31936	
	Ftabel	1,90482	
	Keterangan	Homogen	
	Uji Perbandingan Dua Rata-rata		
4.	α	0,05	0,05
	th	2,852	
	tt	2,004	
	Keterangan	Terdapat perbedaan	

Hasil analisis statistik deskriptif pada Tabel 2. menunjukkan perbedaan hasil belajar pada aspek keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas kontrol dan eksperimen dengan menggunakan e-modul berbasis dual space inquiry dan menggunakan bahan ajar yang ada di sekolah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Rata-rata nilai keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata kelas control. Selisih rata-rata antara kelas eksperimen dengan kelas control yaitu sebesar 6,996. Hal ini menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan antara kedua kelas sampel yang dinilai dari keterampilan berpikir kritisnya.



Gambar 1. Nilai Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Per-Indikator

Pengaruh e-modul berbasis dual space inquiry pada kedua kelas sampel dapat diketahui dengan melakukan uji hipotesis pada aspek keterampilan berpikir kritis yang dimiliki siswa dengan melakukan uji perbandingan rata-rata. Uji perbandingan dua rata-rata dapat dilakukan setelah data terdistribusi normal dan homogen. Hasil uji statistic yang dilakukan yaitu :

Uji normalitas digunakan untuk melihat apakah kedua sampel terdistribusi normal atau tidak. Hasil uji normalitas yang telah diperoleh nilai Lhitung lebih kecil dibandingkan Ltabel pada taraf nyata 0,05 untuk n1 = 28 dan n2 = 28 seperti yang tertulis pada tabel 18. Pada tabel diperoleh bahawa hasil uji normalitas Lhitung pada kelas eksperimen sebesar 0,1569 sedangkan nilai Lhitung untuk kelas kontrol sebesar 0,1264. Sampel akan terdistribusi normal apabila Lhitung ≤ Ltabel pada taraf nyata 0,05. Nilai Ltabel pada taraf nyata 0,05 untuk n = 28 adalah 0,1641.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Kelas Sampel

Kelas	N	α	Lhitung	Ltabel	Keterangan
Fisika Moving 2	28	0,05	0,1264	0,1641	Normal
Fisika Moving 3	28	0,05	0,1569	0,1641	Normal

Uji Homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah dari kedua kelas sampel memiliki varians yang homogen atau tidak. Data dinyatakan memiliki varians homogeny apabila Fhitung berada pada daerah penolakan H0. Tabel di bawah menunjukkan hasil Fhitung untuk kelas sampel didapatkan sebesar 1,319. Dari analisis statistik untuk nilai Ftabel yaitu sebesar 1,904. Kedua kelas sampel akan memiliki varians yang homogeny apabila Fhitung < Ftabel yaitu 1,319 < 1,904. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kelas sampel memiliki varians yang homogeny. Hasil uji homogenitas kedua kelas sampel dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas Kedua Kelas Sampel

Kelas	N	S^2	α	F_{hitung}	F_{tabel}	Keterangan
Fisika Moving 2	28	72,64	0,05	1,319	1,904	Homogen
Fisika Moving 3	28	95,84	0,05			

Tabel dibawah ini menunjukkan hasil uji t untuk aspek keterampilan berpikir kritis siswa. Nilai yang diperoleh didapatkan dari perolehan skor siswa dalam menjawab soal akhir (Posttest) dengan hasil analisis statistic sebesar th = 2,852 dan nilai tt = 2,004. Harga th tersebut berada pada daerah penolakan H0 sehingga dapat dikatakan H1 diterima pada taraf 0,05. Hasil analisis statistic data menunjukkan bahwa th > tt yaitu 2,852 >2,004 maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa dengan menggunakan e-modul dengan tidak menggunakan e-modul pada siswa kelas XI Fisika Moving SMAN 9 Padang.

Tabel 5. Hasil Uji Kesamaan Rata-rata Kedua Kelas Sampel

Kelas	N	α	$\bar{X}$	S	th	tt
Fisika Moving 2	28	0,05	64,37857143	8,523	2,852	2,004
Fisika Moving 3	28	0,05	71,375	9,789		

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis Dual Space Inquiry (DSI) berpengaruh secara signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI pada materi gelombang mekanik di SMAN 9 Padang. Hal ini dibuktikan oleh hasil uji hipotesis yang menunjukkan thitung > ttabel yaitu 2,852 > 2,004 pada taraf nyata α = 0,05, sehingga H1 diterima. Nilai rata-rata posttest kelas eksperimen (71,375) lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kelas kontrol (64,379). Perbedaan ini mencerminkan keunggulan e-modul berbasis DSI dalam melatih keterampilan berpikir kritis siswa secara lebih terstruktur dan sistematis dibandingkan bahan ajar konvensional yang digunakan di kelas kontrol.

Keunggulan tersebut dapat dipahami dari sisi pedagogis karena e-modul berbasis DSI tidak hanya menyajikan materi secara tekstual, tetapi juga mengintegrasikan tahapan pembelajaran yang mendorong keterlibatan kognitif aktif siswa. Sebagaimana dinyatakan oleh Desnita et al., (2022), e-modul berbasis pendekatan ilmiah yang dirancang secara terstruktur terbukti efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa SMA. Lebih lanjut, Freccelia et al., (2024) dalam penelitiannya tentang e-modul fisika berbasis inquiry learning juga menyimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa meningkat dalam kategori sedang setelah menggunakan e-modul yang secara eksplisit memuat

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

tahapan inkuiri. Temuan-temuan ini sejalan dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan peningkatan pada semua indikator keterampilan berpikir kritis di kelas eksperimen.

1. Indikator Interpretasi

   Pada indikator interpretasi, kelas eksperimen memperoleh persentase sebesar 81% (kategori Tinggi), sementara kelas kontrol memperoleh 79% (kategori Tinggi). Kedua kelas berada pada kategori yang sama, dengan selisih yang relatif kecil yakni 2%. Meskipun demikian, nilai kelas eksperimen tetap lebih tinggi, yang mengindikasikan bahwa fase Orientation dalam e-modul berbasis DSI yang menyajikan stimulus berupa fenomena gelombang mekanik pada konteks kehidupan nyata membantu siswa untuk lebih baik dalam mengklarifikasi makna dan mengkategorikan informasi awal. Interpretasi merupakan keterampilan untuk memahami dan memberi makna pada informasi yang diterima (Facione, 2015). Indikator ini memperoleh skor tertinggi di antara keenam indikator pada kedua kelas, yang menunjukkan bahwa siswa pada umumnya sudah memiliki kemampuan dasar dalam memaknai informasi yang disajikan. Hal ini wajar karena indikator interpretasi berkaitan dengan pemahaman awal yang lebih bersifat reseptif. Meski perbedaan antara kedua kelas kecil, fase Orientation pada DSI yang secara sistematis mengaktifkan pengetahuan awal siswa melalui pengamatan fenomena tetap memberikan nilai tambah. Novitra et al., (2026) dalam penelitiannya menemukan bahwa fase orientasi dalam Dual Space Inquiry Framework (DSIF) berkontribusi signifikan terhadap proses pengaktifan awal kognitif siswa, khususnya dalam membangun keterhubungan antara pengalaman sebelumnya dengan konsep baru yang dipelajari.

2. Indikator Analisis

   Pada indikator analisis, kelas eksperimen memperoleh persentase sebesar 68,3% (kategori Cukup), lebih tinggi dari kelas kontrol yang memperoleh 64% (kategori Cukup), dengan selisih 4,3%. Kemampuan analisis mencakup keterampilan mengidentifikasi hubungan antar konsep, mengenali argumen, serta menganalisis alasan dalam suatu pernyataan atau permasalahan fisika (Facione, 2015). Perbedaan ini menunjukkan bahwa tahap Conceptualization dan Exploration dalam DSI, yang menuntut siswa untuk menganalisis fenomena gelombang, merumuskan hipotesis, serta menghubungkan konsep dengan hasil pengamatan, telah memberikan latihan analitis yang lebih intensif dibandingkan pendekatan konvensional. Pembelajaran berbasis inkuiri secara konsisten terbukti melatih kemampuan analisis siswa karena menuntut mereka untuk menghubungkan antara konsep yang dipelajari dengan bukti empiris yang diperoleh (Arifin, 2025). Meskipun kedua kelas masih berada dalam kategori cukup, perolehan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa integrasi tahapan DSI ke dalam e-modul berhasil memberikan stimulasi analitis yang lebih terarah.

3. Indikator Evaluasi

   Indikator evaluasi menunjukkan perbedaan yang cukup berarti antara kedua kelas. Kelas eksperimen memperoleh 63% (kategori Cukup), sementara kelas kontrol hanya mencapai 59% (kategori Rendah), dengan selisih 4%. Evaluasi merupakan keterampilan untuk menilai kredibilitas informasi, menilai kekuatan logis suatu argumen, dan menilai relevansi bukti yang tersedia (Facione, 2015). Perbedaan kategori antara kedua kelas pada indikator ini dimana kelas kontrol masih berada pada kategori Rendah sementara kelas eksperimen sudah berada pada kategori Cukup merupakan temuan yang penting. Hal ini mengindikasikan bahwa kegiatan dalam fase Exploration dan Conclusion & Assessment pada e-modul berbasis DSI, seperti menganalisis data hasil percobaan virtual gelombang mekanik dan mengevaluasi kesesuaian hipotesis

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

dengan hasil yang diperoleh, secara langsung melatih kemampuan evaluatif siswa. Sujanem et al., (2022) menyatakan bahwa e-modul fisika berbasis masalah yang dilengkapi simulasi virtual terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, khususnya pada aspek evaluasi karena siswa dihadapkan pada situasi yang menuntut penilaian terhadap validitas data. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Novitra et al., (2026), di mana fase Conclusion & Assessment dalam DSIF berkontribusi positif terhadap berpikir kritis siswa karena mendorong proses argumentasi berbasis bukti dan evaluasi terhadap kebenaran temuan.

4. Indikator Inferensi

   Pada indikator inferensi, kelas eksperimen memperoleh persentase 70,5% (kategori Cukup), lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 63% (kategori Cukup), dengan selisih sebesar 7,5%. Inferensi merupakan keterampilan untuk menarik kesimpulan yang logis berdasarkan data atau informasi yang ada, merumuskan hipotesis, serta mempertimbangkan alternatif solusi sebelum mengambil keputusan (Facione, 2015). Selisih 7,5% pada indikator ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis DSI memberikan pengaruh yang cukup signifikan dalam melatih keterampilan inferensial siswa. Tahapan Exploration hingga Conclusion & Assessment dalam DSI secara berurutan melatih siswa untuk mengumpulkan data, menganalisis kecenderungan data, lalu menarik kesimpulan secara logis berdasarkan bukti yang diperoleh sebuah proses yang merupakan inti dari keterampilan inferensi. Hal ini sejalan dengan temuan Nursabrina et al., (2024) yang menyimpulkan bahwa penggunaan modul interaktif berbasis guided inquiry secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, terutama pada aspek inferensi, karena siswa dilatih untuk menyimpulkan berdasarkan proses penyelidikan yang terstruktur, bukan sekadar menghafal kesimpulan dari buku teks.

5. Indikator Eksplanası

   Indikator eksplanasi menunjukkan perbedaan yang paling menonjol kedua setelah self- regulation. Kelas eksperimen memperoleh 73,5% (kategori Cukup), sementara kelas kontrol memperoleh 62,2% (kategori Cukup), dengan selisih yang cukup besar yaitu 11,3%. Eksplanasi merupakan keterampilan untuk menjelaskan hasil pemikiran secara jelas dan teratur, menyampaikan alasan, langkah-langkah penyelesaian, dan dasar pengambilan keputusan secara logis (Facione, 2015). Selisih yang signifikan pada indikator ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis DSI sangat efektif dalam melatih kemampuan siswa untuk mengomunikasikan hasil penalaran mereka. Hal ini tidak terlepas dari aktivitas di fase Conclusion & Assessment yang mengharuskan siswa untuk tidak hanya menarik kesimpulan, tetapi juga menjelaskan dan mengomunikasikan temuan mereka secara terstruktur- termasuk menyertakan dasar logis dan evidensi ilmiah dari materi gelombang mekanik yang dipelajari. Taufiqurrahman et al., (2023) dalam penelitiannya tentang e-modul berbasis guided inquiry menyatakan bahwa aktivitas pembuatan laporan dan presentasi temuan yang disediakan dalam e-modul secara langsung melatih kemampuan eksplanasi siswa karena menuntut kemampuan mengorganisasi dan mengomunikasikan penalaran secara koheren. Penggunaan ruang digital dalam DSI Juga mendorong siswa untuk mendokumentasikan dan menyampaikan pemahaman mereka melalui berbagai media,

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

yang memperluas kemampuan eksplanasi melampaui cara konvensional (Novitra et al., 2026).

6. Indikator Self-Regulation

Indikator self-regulation mencatat perbedaan terbesar antara kedua kelas sampel. Kelas eksperimen memperoleh 74,3% (kategori Cukup), sementara kelas kontrol hanya mencapai 62% (kategori Cukup), dengan selisih yang mencolok yaitu 12,3%. Self-regulation merupakan keterampilan untuk merenungkan dan mengendalikan proses berpikir sendiri, termasuk kemampuan untuk menyadari kesalahan, memperbaiki pola pikir, dan merevisi kesimpulan berdasarkan evaluasi pribadi (Facione, 2015).Perbedaan yang paling besar pada indikator ini merupakan temuan yang menarik dan bermakna. Hal ini mengindikasikan bahwa fase Reflection dalam e-modul berbasis DSI, yang dirancang sebagai aktivitas pasca-pembelajaran yang mendorong siswa untuk mereview proses berpikir mereka melalui forum diskusi, memberikan kontribusi terbesar dalam membentuk kesadaran metakognitif dan kemampuan regulasi diri siswa. Aktivitas refleksi yang terstruktur membantu siswa untuk tidak hanya menerima materi, tetapi juga secara aktif memantau dan mengevaluasi sejauh mana pemahaman mereka berkembang selama proses pembelajaran berlangsung.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa e-modul berbasis Dual Space Inquiry berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang mekanik. Pengaruh ini bukan semata-mata karena penggunaan media digital, melainkan karena integrasi yang sistematis antara struktur pedagogis DSI dengan desain e- modul yang interaktif. Sebagaimana dikemukakan oleh Hata & Untari, (2026), penggunaan e- modul dalam pembelajaran IPA berpengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, terutama ketika e-modul tersebut dirancang dengan pendekatan pembelajaran aktif yang menuntut keterlibatan kognitif mendalam dari siswa.

E-modul berbasis DSI dalam penelitian ini memanfaatkan integrasi ruang fisik dan ruang digital secara sinergis. Kegiatan di ruang digital, seperti mengakses fenomena gelombang mekanik melalui video, melakukan simulasi virtual, dan mengerjakan refleksi, melengkapi kegiatan tatap muka seperti diskusi, eksperimen, dan presentasi. Integrasi dua ruang belajar ini menciptakan pengalaman inquiry yang berkelanjutan dan tidak terputus, sehingga siswa memiliki kesempatan untuk memproses, menguji, dan merefleksikan pemahaman mereka secara lebih menyeluruh. Hal ini selaras dengan pandangan Novitra et al., (2026) yang menyatakan bahwa DSIF tidak hanya meningkatkan dimensi kognitif seperti penalaran ilmiah dan berpikir kritis, tetapi juga dimensi afektif seperti self-efficacy dan metakognisi melalui distribusi fungsi epistemik yang terstruktur di setiap fase pembelajaran.

Pola perolehan nilai per indikator juga mengungkapkan pola perkembangan yang menarik. Indikator dengan selisih terkecil (interpretasl, 2%) merupakan indikator yang bersifat reseptif dan sudah cukup berkembang pada kedua kelas. Sebaliknya, indikator yang menuntut kemampuan berpikir lebih tinggi dan regulatif seperti eksplanasi dan self-regulation justru menunjukkan selisih terbesar, yang mengindikasikan bahwa e-modul berbasis DSI paling efektif dalam melatih

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

keterampilan berpikir kritis tingkat tinggi yang tidak mudah dikembangkan melalui pembelajaran konvensional Arifin, (2025).

Satu hal yang perlu mendapat perhatian adalah meskipun kelas eksperimen memperoleh nilai yang lebih tinggi, kedua kelas masih berada dalam kategori "Cukup" pada rata-rata keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis adalah kompetensi jangka panjang yang tidak dapat berkembang secara optimal hanya dalam satu siklus pembelajaran. Kondisi ini juga dapat dipengaruhi oleh kebiasaan belajar siswa sebelumnya yang lebih berpusat pada hafalan dan penyelesaian soal rutin, sehingga transisi menuju pembelajaran berbasis inkuiri memerlukan adaptasi (Ardiyanti & Harto, 2021). Meski demikian, perbedaan yang signifikan antara kedua kelas tetap membuktikan bahwa e-modul berbasis DSI merupakan langkah yang tepat dalam mengarahkan pembelajaran fisika menuju pengembangan keterampilan berpikir kritis yang lebih bermakna dan terukur.

Dalam pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari sejumlah kendala. Dari sisi waktu, penelitian berlangsung pada periode yang bertepatan dengan berbagai kegiatan sekolah seperti perpisahan dan kelulusan kelas XII serta acara lokakarya, sehingga waktu efektif pembelajaran menjadi terbatas. Dari sisi teknis, keterbatasan jaringan internet menjadi hambatan yang paling sering ditemui karena e-modul bersifat daring, meskipun peneliti mengatasinya. melalui berbagai alternatif seperti hotspot pribadi, kuota mandiri, dan WiFi sekolah. Selain itu, pada pertemuan pertama sejumlah siswa mengalami kesulitan login karena belum terbiasa dengan antarmuka e-modul, namun kendala ini teratasi seiring berjalannya pembelajaran. Kondisi laboratorium fisika yang belum optimal akibat dampak banjir juga mengharuskan kegiatan praktikum dialihkan ke dalam kelas, meskipun fitur simulasi virtual dalam e-modul DSI terbukti dapat menjadi alternatif yang memadai. Secara keseluruhan, kendala-kendala tersebut tidak menggugurkan keberhasilan penelitian, melainkan memberikan gambaran realistis tentang implementasi e-modul berbasis DSI di lapangan sekaligus menjadi masukan bagi peneliti selanjutnya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, hasil pengujian hipotesis menggunakan uji-t (*independent sample t-test*) menunjukkan bahwa H0 ditolak dan H1 diterima, yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan e-modul berbasis *dual space inquiry* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang mekanik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan e-modul berbasis *dual space inquiry* efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan penggunaan bahan ajar konvensional yang biasa digunakan di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

Aprilia, M. S. (2024). *Desain Electronic Module (E-Module) Pembelajaran Efek Fotolistrik. Makasar : Universitas Muhammadiyah Makassar*.

Ardiyanti, F., & Harto, N. (2021). *Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswakelas Xi Mipa Dalam Pembelajaran Fisika*. *4*, 21–26.

Arif, J. R., Faiz, A., & Septiani, L. (2022). Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan Penggunaan Media Quiziz Sebagai Sarana Pengembangan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, *4*(1), 201–210.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Arifin, Z. (2025). *The Effect Of Inquiry-Based Learning On Students ' Critical Thinking Skills In Science Education : A Systematic Review And Meta-Analysis*. *21*(3).

Arini, W., & Juliadi, F. (2018). "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Pada Mata Pelajaran Fisika Untuk Pokok Bahasan Vektor Siswa Kelas X Sma Negeri 4 Lubuklinggau, Sumatera Selatan." *Berkala Fisika Indonesia*, *10*(1), 1–11.

Arsal, M., Danial, M., & Hala, Y. (2010). *Pengembangan Media Pembelajaran E-Modul Materi Sistem Peredaran Darah Pada Kelas Xi Mipa Sman 6 Barru The Development Of E-Module Learning Media Of Blood Circulatory System In Grade Xi Mipa At Sman 6 Barru*. 434–442.

Ayu, D., Sari, A., Arthana, I. K. R., & Sindu, I. G. P. (2017). *Pengembangan E-Modul Pada Mata Pelajaran Sistem Operasi Dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning (Studi Kasus : Siswa Kelas X Tkj Smk Negeri 3 Singaraja)*. *6*, 50–61.

Azzahara, J. S., & Lestari, A. (2026). Integrasi 4c (Critical Thinking, Creativity, Communication, Collaboration) Dalam Pembelajaran Modern. *Jurnal Hukum, Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, *3*(1), 14–22. Https://Doi.Org/10.62383/Aliansi.V3i1.1445

Belanisa, F., Amir, F. R., & Sudjani, D. H. (2022). *Pengembangan E-Modul Interaktif Dalam Pembelajaran Bahasa Arab Untuk Meningkatkan Motivasi Siswa*. Https://Doi.Org/10.30997/Tjpba.V3i1.4754

Desnita, D., Festiyed, F., Novitra, F., Ardiva, A., & Navis, M. Y. (2022). *The Effectiveness Of Ctl-Based Physics E-Module On The Improvement Of The Creative And Critical Thinking Skills Of Senior High School Students*. *11*(2), 802–810. Https://Doi.Org/10.18421/Tem112

Egista, V., Puspita, Z., Sari, P. A., & Syifa, N. N. (2025). *Desain Pembelajaran Berbasis Inkuiri Disekolah Dasar : Sebuah Tinjauan Literatur Tentang Dampaknya Terhadap Hasil Belajar Siswa*. *6*(November), 1127–1148.

Facione, P. A. (2015). *Critical Thinking : What It Is And Why It Counts*. 1–30. Feriyanti, N., Raya, J., & Km, S. (2019). *Pengembangan E-Modul Matematika Untuk*

Siswa Sd (The Development Of E-Modul Mathematics For Primary Students). 1–12.

Freccelia, E., Putri, D. H., & Koto, I. (2024). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Inquiry Learning Berbantuan Sigil Software Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sma. *Physics Education Journal*, *7*(2), 384–395.

Hata, T. Z. P., & Untari, E. (2026). Pengaruh Penggunaan E-Modul Dalam Pembelajaran Ipa Materi Energi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Minat Belajar Siswa Kelas 4 Sd. *Jurnal Rinjani Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, *4*(1), 496–509.

Hidayah, N., Putri, M., & Arafanianda, S. (2024). *The Effect Of Blended Learning Method And Self-Efficacy On Students ' Self -Directed Learning*. *4*, 1001–1015.

Indrayani, S. E., Sulistyaningsih, D., Aziz, A., Semarang, U. M., & Kritis, K. B. (2024). *Sistematic Literature Review : Model Inquiry Based Learning Terhadap Pengingkatan*. *8*, 408–420.

Kalambo, I. E., Yunus, M., Husain, H., & Makassar, U. N. (2021). *Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI IPA 3 SMA Negeri 1 Anggeraja Melalui Metode Praktikum (Studi pada Materi Titrasi Asam dan Basa) Analysis of critical thinking skill of students SMA Negeri 1 Anggeraja class XI IPA3 using practical wor*. *2*, 47–54.

Kemendikbudristek. (2022). *Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Fisika Fase E dan F pada Kurikulum Merdeka. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.*

Kurniawan, R., & Syafrian. (2021). *Praktikalitas Dan Efektivitas Penggunaan E-Modul Fisika Sma Berbasis Guided Inquiry Terintegrasi Etnosains Untuk Meningkatkan*

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Berpikir Kritis Peserta Didik. *5* (November).

Lastri, Y. (2023a). *Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran*. *3*, 1139–1146.

Novitra, F., Abdullah, M. N. S., Özdemir, E., Riyasni, S., Emiliannur, & Festiyed, F. (2025). International Journal of Educational Research Open Design of Dual Space Inquiry framework for facilitating flexible learning in digital technology era. *International Journal of Educational Research Open*, *8*(February 2024), 100424. https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2024.100424

Novitra, F., Dwi, P., Stivani, D., & Anshari, R. (2026). Social Sciences & Humanities Open Mobile learning-enhanced Dual Space Inquiry framework for scientific higher-order thinking : A mixed methods investigation. *Social Sciences & Humanities Open*, *13*(June), 103032.
https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2026.103032

Novitra, F., Festiyed, Yohandri, & Asrizal. (2021). *Development of Online-based Inquiry Learning Model to Improve 21st-Century Skills of Physics Students in Senior High School*. *17*(22).

Nurasiah, S., Saefullah, A., & Antarnusa, G. (2025). Pengaruh E-Modul Fisika Terintegrasi Esd Pada Topik Energi Terbarukan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, *15*(1), 24–35.

Nursabrina, F., Hasanah, H. Al, & Astra, M. (2024). Improving Critical Thinking Skills Using The Guided Inquiry Learning Model Assisted By Interactive Modules On Elasticity Material. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, *15*(4), 361–366. Https://Doi.Org/10.26877/Jp2f.V15i4.716

Permendikbud. (2013). *Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 65 Tahun 2013 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar Dan Menengah. 810*.

Permendikbudristek. (2022). *Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Nomor 16 Tahun 2022 Tentang Standar Proses Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, Dan Pendidikan Menengah*. *383*.

Retnawati, H. (2016). *Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian*. Parama Publishing. Rizkasanti, N. H., Susilana, R., & Dewi, L. (2018). Efektivitas Penerapan Metode

Pembelajaran Socratic Circles Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa (Kuasi Eksperimen Terhadap Siswa Kelas Viii Smp Negeri 4 Bandung Pada Mata Pelajaran Pendidikan Pancasila Dan Kewarganegaraan). *Edutcehnologia*, *2*(2), 112–121.

Sujanem, R., Suwindra, I. N. P., & Suswandi, I. (2022). Efektivitas E-Modul Fisika Berbasis Masalahberbantuan Simulasi Phet Dalam Ujicoba Terbatas Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikirkritis Siswa Sma. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*,*12*(2),181–191. Https://Ejournal.Undiksha.Ac.Id/Index.Php/Jjpf/Article/View/54395

Sulindawati, Erni, N. L. G., Indrayani, L., & Wahyuni, And M. A. (2023). Material Requirements For Computer-Assisted Inquiry Models Development In Investment Assessment Learning. *Jurnal Edutech Undiksha*, *11*(1), 138–145.

Susi Wiasih. (2024). *Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning Bermuatan Socioscientific Issues Pada Pokok Bahasan Sumber Energi. Lampung : Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung*.

Taufiqurrahman, Rusli, M. A., & Yunus, S. R. (2023). Penerapan E-Modul Berbasis Guided Inquiry Untuk Meningkatkan Higher Order Thingking Skill (Hots) Siswa Kelas Viii Smpn 1 Bungoro. *Jurnal Ipa Terpadu*, *7*(2), 238–249. Https://Ojs.Unm.Ac.Id/Index.Php/Ipaterpadu