
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact.....	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title.....	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	6

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

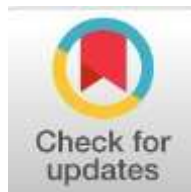
Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Guided Discovery Learning with Web Simulations in Digital Literacy and Critical Thinking:

Pembelajaran Guided Discovery Berbantuan Simulasi Web pada Literasi Digital dan Berpikir Kritis

Elisabeth Asima Rohana Sinaga, elisabet_sinaga1396@students.unnes.ac.id, (*)

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Ani Rusilowati, rusilowati@mail.unnes.ac.id

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: The integration of digital technology in education requires learning approaches that support digital literacy and critical thinking development in science education. Physics learning in junior high schools often remains teacher-centered, resulting in limited student participation and shallow conceptual understanding. **Specific Background:** Web-based simulations provide interactive environments that enable students to explore scientific concepts and digital resources, while the Guided Discovery Learning model encourages active investigation and conceptual discovery during instruction. **Knowledge Gap:** Despite the potential of these approaches, physics learning frequently focuses on content delivery and problem solving without optimally integrating digital exploration and guided discovery processes. **Aims:** This study aims to analyze the implementation of Guided Discovery Learning assisted by Web-Based Simulation in improving digital literacy and critical thinking skills among Grade IX junior high school students studying magnetism and its applications. **Results:** A quasi-experimental pretest-posttest control group design involving two classes demonstrated significant differences between experimental and control groups (Sig. < 0.001). The experimental class showed higher improvements with N-gain values of 0.66 for digital literacy (moderate category) and 0.71 for critical thinking (high category). **Novelty:** The study presents empirical evidence on the integration of guided discovery learning with web-based simulation to support technology-mediated physics learning and student engagement. **Implications:** The findings indicate that contextual learning designs combining discovery-based instruction and digital simulations can support the development of digital literacy and critical thinking in junior high school physics learning, although implementation also depends on student readiness, digital competence, and environmental support.

Highlights:

- Guided discovery learning with web simulations produced higher learning gains in experimental classes.
- Digital literacy improvement reached moderate category with N-gain score of 0.66.
- Critical thinking achievement reached high category with N-gain value of 0.71.

Keywords: Guided Discovery Learning; Web-Based Simulation; Digital Literacy; Critical Thinking; Physics Education

Published date: 2026-03-06

Pendahuluan

Era globalisasi saat ini menuntut orang untuk memiliki berbagai bakat dan kompetensi, karena persaingan yang ketat dan perubahan kondisi lingkungan, serta perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi informasi. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat dipengaruhi oleh fisika. Siswa masih menganggap fisika sebagai topik yang sulit dipahami, meskipun signifikansinya sangat besar. Khususnya bagi siswa SMP tingkat kecamatan Adiankoting dari hasil angket yang di ambil untuk mengetahui kemampuan literasi digital dan berpikir kritis menunjukkan bahwa pemahaman konsep IPA (Fisika) siswa berada pada kategori sedang–cukup baik. Rata-rata skor indicator pemahaman konsep berada pada rentang 3,66-3,87, yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa sudah memahami dasar dan mampu menjelaskan fenomena IPA dalam kehidupan sehari-hari. Namun, pemahaman tersebut masih bersifat dangkal dan belum sepenuhnya mendalam maupun mandiri. Oleh karena itu, pembelajaran fisika perlu diarahkan pada aktivitas yang mendorong keaktifan siswa, seperti penggunaan simulasi berbasis teknologi terkini [1]. Pendidikan di era industri Paradigma pembelajaran yang dapat membantu siswa mengembangkan pemikiran kritis yang kuat dan kemampuan teknologi digital (literasi) diperlukan untuk 4.0. Pembelajaran di tahun 2025 juga dalam konteks Industri 4.0, berfokus pada pembelajaran personal, berbasis proyek, dan kolaboratif yang memanfaatkan teknologi digital seperti AI.

Berdasarkan kondisi pembelajaran IPA (Fisika) di SMP, ditemukan bahwa partisipasi siswa masih pasif akibat pembelajaran yang berpusat pada guru, kemampuan literasi digital belum berkembang secara optimal, kemampuan berpikir kritis siswa masih relatif rendah, strategi pembelajaran belum sepenuhnya sesuai dengan karakteristik peserta didik, serta hasil belajar siswa masih tergolong rendah. Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya penerapan model pembelajaran yang mampu melibatkan siswa secara aktif, membimbing proses penemuan konsep, dan mengintegrasikan teknologi secara bermakna, seperti Guided Discovery Learning.

Evolusi teknologi digital memengaruhi cara individu menjalani hidup mereka. [2]. Generasi baru yang dijuluki "penduduk asli digital" telah muncul sebagai hasil dari kemajuan teknologi. Generasi yang dikenal sebagai "penduduk asli digital" ini sangat erat kaitannya dengan teknologi digital (Palfrey & Gasser, 2010). Pemanfaatan teknologi digital digunakan di berbagai bidang, termasuk pendidikan, dalam proses belajar mengajar, sehingga pembelajaran berbasis pembelajaran elektronik (e-learning). Masyarakat saat ini senantiasa terhubung dengan internet, menuntut kemampuan untuk memproses informasi secara cepat dan instan, serta sering berinteraksi di dunia maya tanpa terkendala waktu maupun jarak.

E-Learning adalah pembelajaran berbasis digital yang mendukung kegiatan di kelas [3]. Dalam fisika, metode ini dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar sekaligus mengembangkan literasi digital serta kemampuan berpikir kritis peserta didik. Siswa masa kini memiliki literasi informasi juga dikenal sebagai literasi digital dan teknologi informasi dan telekomunikasi (TIK) sebagai alat untuk pekerjaan mereka [4].

Literasi digital, menurut Asosiasi Perpustakaan Amerika, adalah kapasitas untuk menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk berbagai tugas, termasuk menemukan, memahami, menilai, memproduksi, dan berbagi konten digital [5]. Prumadi dan Herman (2016) dengan menggunakan ponsel dan Computerized Adaptive Testing (CAT), ia melaporkan bahwa penelitiannya menunjukkan perubahan respons siswa selama proses pembelajaran saat menggunakan materi ajar berbasis web. Hal ini menunjukkan kategori baik, terbukti dari peningkatan hasil belajar siswa.

Salah satu alat e-learning terbaik untuk mengajar dan mempelajari fisika adalah simulasi berbasis web. Wahyu dkk., (2019) menjelaskan bahwa penggunaan simulasi untuk mengajar fisika dapat membantu siswa belajar lebih efektif karena simulasi berbasis web tersebut mencakup sumber belajar, video instruksional, dan latihan virtual yang membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis mereka [6]. Siswa mengumpulkan informasi sendiri melalui proses pembelajaran berbasis simulasi berbasis web sehingga siswa menjadi lebih tertarik mempelajari fisika melalui simulasi. Wang et al., (2017) menetapkan bahwa penggunaan media simulasi untuk mengajar meningkatkan pembelajaran siswa dan memungkinkan siswa untuk secara aktif menonton proses simulasi daring [7].

Simulasi berbasis web dapat digunakan untuk pembelajaran daring maupun luring. Situs web yang menawarkan sistem pembelajaran simulasi, seperti edu-mediascience.com, phycsclassroom.com, dan Phet.com, dapat dimanfaatkan untuk belajar dengan metode ini.

Pembelajaran daring memungkinkan peserta didik belajar secara mandiri dan mengembangkan literasi digitalnya. Penggunaan web based simulation juga mendorong mereka aktif mencari informasi, membangun pengetahuan sendiri, serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Hal ini didukung dengan penelitian Handayani (2020), yang menguji kemampuan berpikir kritis siswa dapat meningkatkan pengetahuan literasi digital siswa, begitu pula sebaliknya, pembelajaran budaya literasi digital berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa [8].

Berdasarkan realitas lapangan yang ditemukan peneliti melalui hasil observasi, pendidikan fisika masih berpusat pada guru, di mana siswa hanya menerima informasi dari guru dan tidak mampu meneliti topik secara mandiri atau mengembangkan keterampilan mereka sendiri. Peserta didik masih pasif dan terbatas dalam literasi digital serta berpikir kritis, sehingga belum optimal memanfaatkan PhET, Edmodo, dan simulasi web. Mereka juga kesulitan mengintegrasikan pengetahuan, berkolaborasi secara digital, dan menggunakan teknologi untuk pemecahan masalah. Ciri-ciri ini menunjukkan bahwa anak-anak masih belum memiliki literasi digital yang baik.

Model guided discovery learning merupakan salah satu pendekatan pembelajaran inovatif yang dapat digunakan untuk memaksimalkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa. Salah satu ciri khas model GDL adalah siswa dan guru berkolaborasi untuk menciptakan cara meneliti topik. Guru memberikan instruksi tentang apa yang harus dikirimkan, dan siswa mengumpulkan data dalam kelompok. Namun, guru mengevaluasi pemahaman siswa untuk menemukan kendala belajar. Model Guided Discovery Learning

(GDL) efektif melatih berpikir kritis melalui tahap identifikasi masalah, pengumpulan data, dan analisis, serta dapat dipadukan dengan simulasi berbasis web untuk meningkatkan kualitas dan daya tarik pembelajaran. Suhu dan kalor akan menjadi subjek penelitian ini hal ini dikarenakan materi ini sulit karena abstrak, sulit dipelajari, dan mustahil untuk disaksikan secara langsung. Literasi digital dan kemampuan berpikir kritis siswa mungkin terpengaruh oleh pengamatan yang sulit ini. Karena gas yang dipelajari adalah gas ideal, diperlukan medium untuk mensimulasikannya. Karena situs web ini menyertakan simulasi yang dapat menunjukkan bagaimana partikel gas bergerak ketika tekanan, suhu, atau kecepatannya diubah, pembelajaran simulasi berbasis web menjadi sangat penting.

Para peneliti memperkirakan bahwa pemikiran kritis dan literasi digital siswa akan meningkat dengan penggunaan simulasi berbasis web dan pendekatan model pembelajaran GDL. Hal ini didukung oleh beberapa peneliti sebelumnya, yaitu : Woollacott (2017) mengklaim dalam penelitiannya bahwa penggunaan paradigma GDL untuk mengajarkan fisika menumbuhkan pemikiran kritis selain pemahaman subjek selain itu Hayati dkk, (2018) mengklaim bahwa hasil belajar siswa, motivasi belajar, dan kemampuan berpikir kritis semuanya dapat ditingkatkan oleh paradigma GDL dan pada penelitian Reynolds & Chiu (2013) menyatakan bahwa pendekatan GDL bekerja dengan baik dengan e-learning, termasuk inisiatif pembelajaran berbasis permainan. Meski banyak model berpotensi meningkatkan pemahaman, berpikir kritis, dan literasi digital, pembelajaran fisika SMP masih cenderung berfokus pada materi dan soal, sehingga siswa kurang terlatih menalar mandiri dan memanfaatkan teknologi secara bermakna. Oleh karena itu, Guided Discovery Learning dipandang relevan untuk diteliti karena menawarkan keseimbangan antara aktivitas penemuan siswa dan bimbingan guru, terutama ketika dipadukan dengan web-based simulation.

Metode

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 5 Adiankoting pada semester II Tahun Ajaran 2025/2026, kelas IX, dengan materi Kemagnetan dan pemanfaatannya.

B. Populasi dan Waktu Penelitian

Populasi mencakup seluruh siswa kelas IX. Sampel ditentukan melalui Teknik simple random sampling, sehingga setiap kelas memiliki peluang yang sama untuk terpilih. Sampel dalam penelitian ini terdiri dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen diajarkan menggunakan model guided discovery learning berbantu web-based simulation dan kelas kontrol dengan model direct instruction.

C. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model guided discovery learning berbantuan web-based simulation, dan model direct instruction berbantuan web-based simulation.
2. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis siswa.

D. Jenis dan Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah quasi experiment atau eksperimen semu yang bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya akibat atau sesuatu yang dikenakan pada subjek yaitu peserta didik.

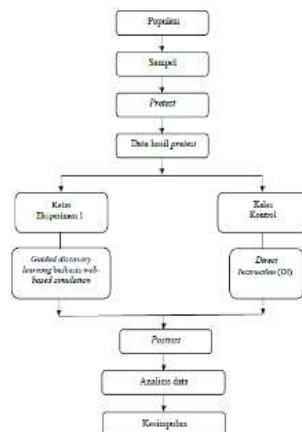
2. Desain Penelitian

Desain penelitian melibatkan dua kelas sampel yang diberi perlakuan yang berbeda. Kelas eksperimen diberi perlakuan yaitu model guided discovery learning berbantuan web-based simulation. Kelas kontrol diberi perlakuan dengan pembelajaran konvensional berbantuan web-based simulation.

E. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah yang akan dilaksanakan peneliti dalam suatu penelitian. Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu persiapan, pelaksanaan, serta pengumpulan dan analisis data.

Gambar 1. Skema Prosedur Penelitian



F. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan instrumen tes dan nontes. Instrumen tes berupa soal uraian untuk mengukur literasi digital dan kemampuan berpikir kritis, sedangkan instrumen nontes mencakup lembar validasi dan lembar observasi.

G. Analisis Data Uji Coba Instrumen

1. Validitas Tes

Arikunto (2011) berpendapat bahwa validitas adalah ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrument. Instrument yang valid mempunyai validitas tinggi, sebaliknya instrumen yang kurang valid memiliki validitas rendah. Instrument dikatakan valid apabila instrument tersebut mampu mengukur apa yang diinginkan dan dapat mengungkapkan data dari variabel yang diteliti secara tepat.

2. Validitas Isi

Validitas isi adalah suatu instrument menunjukkan isi dalam mengungkapkan yang akan diukur. Validasi isi adalah isi atau bahan yang dites ataupun diuji relevan dengan keterampilan, pengetahuan,

pengalaman, atau latar belakang subjek yang akan diuji. Validasi isi pada umumnya ditentukan melalui pertimbangan para ahli, untuk memberikan gambaran bagaimana validitas tes tersebut sebelum ditindak lanjuti dengan melakukan validasi ramalan. Instrument kemampuan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum di ujicobakan kepada peserta didik terlebih dahulu divalidkan oleh ahli yaitu dosen Fisika Budi Dharma Medan.

3. Reliabilitas Tes

Reliabilitas tes berhubungan dengan ketepatan hasil tes peserta didik. Tes dikatakan memiliki taraf reliabilitas yang tinggi jika tes tersebut dapat memberikan hasil yang tepat. Hasil tes kemampuan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik dikoreksi dan dinilai.

4. Indeks Kesukaran

Tingkat kesukaran dapat dianalisis dari setiap item soal dihitung berdasarkan proporsi skor yang dicapai peserta didik kelompok atas dan bawah terhadap skor idealnya.

5. Daya Pembeda

Daya pembeda pada butir soal menunjukkan derajat kemampuan suatu butir soal untuk membedakan antara subjek yang mampu dan tidak mampu. Daya pembeda adalah pengukuran sejauh mana jumlah butir soal mampu membedakan peserta didik yang sudah menguasai kompetensi dengan peserta didik yang belum/kurang menguasai (Arikunto, 2011).

H. Uji Persyaratan Analisis Data

Analisis data yang digunakan merupakan statistik ferensial dengan teknik statistik parametrik. Penggunaan statistik parametrik memerlukan terpenuhinya asumsi data yang normal dan homogen. Teknik yang digunakan dalam uji prasyarat adalah uji normalitas dan uji homogenitas.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas memiliki tujuan untuk melihat sampel berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas multivariat dilakukan dengan kolmogorov-smirnov menggunakan program SPSS 22 dengan taraf signifikansi 5% atau 0,05.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui penyebaran kedua sampel berasal dari populasi yang homogen.

I. Teknik Analisis Data Uji Hipotesis

Uji hipotesis penelitian ini menggunakan beberapa uji, antara lain sebagai berikut :

1. Uji Paired Sample T-Test

Uji ini bertujuan untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara pretest dan posttest. Hipotesis yang diuji adalah :

$H_0 : \mu A_1 \leq \mu B_1$: ada perbedaan yang signifikan pada nilai rata-rata kemampuan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik saat pretest dan posttest

$H_a : \mu A_1 > \mu B_2$: tidak ada perbedaan yang signifikan pada nilai rata-rata kemampuan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik saat pretest dan posttest

Kriteria penarikan kesimpulan adalah apabila nilai signifikan. (2 tailed) $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

2. Uji Hipotesis Manova

Uji manova dan uji anova pada dasarnya memiliki tujuan yang sama yakni untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang nyata pada variabel terikat (terikat) antar anggota group. Perbedaan uji manova dan uji anova terletak pada jumlah variabel terikatnya. anova memiliki satu variabel terikat, sedangkan manova memiliki dua variabel terikat. Uji hipotesis manova penelitian ini dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS 22 for windows. Variabel bebas dalam skala nominal, variabel terikat dalam skala rasio sehingga penelitian ini menggunakan uji manova. Variabel terikat penelitian ini adalah kemampuan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Variable bebas pada penelitian ini adalah model GDL berbantuan web-based simulation.

3. Uji Efektifitas (N-gain)

Efektivitas penerapan model Guided Discovery Learning berbantuan Web Based Simulation dalam meningkatkan literasi digital dan berpikir kritis dianalisis menggunakan uji N-gain (normalized gain).

Uji Korelasi

Menghitung korelasi antara kemampuan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik digunakan korelasi jamak (multiple correlation).

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh bertujuan untuk mengetahui efektivitas model pembelajaran guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS) dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional pada materi pokok Kemagnetan dan Pemanfaatan di kelas SMP N 5 Adiankoting. Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis secara deskriptif. Penelitian ini dapat memberikan gambaran tentang efektivitas penggunaan model pembelajaran guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS) sebagai metode pembelajaran alternatif bagi guru dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi Kemagnetan dan Pemanfaatan.

Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi distribusi frekuensi nilai pretest dan posttest kemampuan literasi digital serta kemampuan berpikir kritis, serta data hasil uji normalitas dan homogenitas kemampuan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis. Selain itu, Uji hipotesis dilakukan dengan MANOVA untuk mengetahui pengaruh model GDL berbantuan WBS terhadap literasi digital dan berpikir kritis. Efektivitas peningkatannya juga dianalisis melalui skor N-gain.

1. Hasil Pretest dan Posttest

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan data nilai pretest dan posttest siswa setelah diberikan perlakuan penelitian yaitu pembelajaran tentang materi teori kinetika gas dengan model guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS) terhadap kemampuan literasi digital dan berpikir kritis yang kemudian disebut sebagai kelas eksperimen dan kelas lainnya yaitu pembelajaran tentang materi teori kinetika gas dengan metode direct instruction yang kemudian disebut sebagai kelas kontrol.

Panjang interval kelas yang akan digunakan untuk rentang nilai pada tabel distribusi nilai pretest atau posttest dihitung dengan cara mengurutkan data dari nilai terkecil hingga nilai terbesar terlebih dahulu. Selanjutnya, range atau jangkauan data, yang merupakan ukuran penyebaran nilai dalam deret, dihitung dengan mengurangkan nilai terbesar dari nilai terkecil. Setelah itu, jumlah kelas ditentukan menggunakan Aturan Sturges, yang menghasilkan rumus $k = 1 + 3,3 \log n$, dimana k adalah jumlah kelas dan n adalah jumlah data. Interval kelas dihitung dengan rumus $C=R/k$, lalu data dikelompokkan ke tiap kelas agar distribusi frekuensi lebih terstruktur, ringkas, dan mudah dianalisis.

a. Analisa Data Pretest Kemampuan Literasi Digital

Data distribusi frekuensi nilai pretest kemampuan literasi digital siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Distribusi Frekuensi Nilai Pretest Kemampuan Literasi Digital*

Rentang Nilai	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
	Frekuensi	Frekuensi
25-31	4	1
32-38	9	8
39-45	12	11
46-52	9	13
53-59	2	3
Total	36	36
Rata-rata	41,42	43,92

Data tersebut mengindikasikan bahwa terdapat dua kelompok siswa, yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen, yang diukur kemampuan literasi digital mereka sebelum dilakukan intervensi pembelajaran. Analisa data pretest bertujuan agar data dapat dipastikan valid yang ditunjukkan dengan total frekuensi yang sama untuk setiap kelas. Berdasarkan data pada tabel 1, frekuensi terbanyak atau terbesar adalah rentang nilai 39-45 pada kedua kelas, yaitu sebanyak 12 pada kelas kontrol dan 11 pada kelas eksperimen. Sementara itu, frekuensi terkecil adalah rentang nilai 25-31 pada kelas kontrol, yaitu sebanyak 4. Pada kelas eksperimen,

frekuensi terendah berada pada rentang 25-31 dengan 1 siswa. Rata-rata pretest lebih tinggi dan sebaran lebih merata dibanding control, namun karena masih tahap awal, data ini belum mencerminkan efektivitas perlakuan.

b. Analisa Data Pretest Kemampuan Berpikir Kritis

Tabel 2 menunjukkan data distribusi frekuensi nilai pretest kemampuan berpikir kritis siswa dengan model pembelajaran direct instruction (kelas kontrol) dan dengan model pembelajaran guided discovery learning (GDL) berbantuan web- based simulation (WBS) (kelas eksperimen).

Tabel 2. *Distribusi Frekuensi Nilai Pretest Kemampuan Berpikir Kritis*

Rentang Nilai	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
	Frekuensi	Frekuensi
17-21	5	9
22-28	10	7
29-35	13	10
36-42	7	10
43-49	1	0
total	36	36
rata-rata	29,88	29,19

Berdasarkan data pada tabel tersebut, dapat dilihat bahwa rentang nilai pada kedua kelas hampir sama, yaitu antara 17-49. Namun, distribusi frekuensi nilai pada setiap rentang nilai pada kelas kontrol dan kelas eksperimen terdapat perbedaan. Pada kelas kontrol, frekuensi tertinggi berada pada rentang nilai 29-35 dengan 13 siswa, sedangkan pada kelas eksperimen frekuensi tertinggi berada pada rentang nilai 17-21 dengan 9 siswa. Meskipun terdapat perbedaan sedikit antara rata-rata nilai pada kedua kelas, namun secara umum, rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen tidak jauh berbeda. Berdasarkan distribusi nilai pretest, tidak terdapat perbedaan signifikan kemampuan berpikir kritis antara kelas kontrol dan eksperimen sebelum perlakuan, sehingga keduanya memiliki tingkat kemampuan awal yang relative sama.

c. Analisa Data Posttest Kemampuan Literasi Digital

Pada tahap analisis, diperoleh distribusi frekuensi nilai posttest literasi digital dari kelas kontrol dan eksperimen untuk membandingkan efektivitas model GDL berbantuan web based simulation (WBS). Data

pada table 4.3 menjadi dasar analisis lebih lanjut mengenai pengaruh penerpan GDL-WBS terhadap peningkatan literasi digital siswa.

Tabel 3. *Distribusi Frekuensi Nilai Posttest Kemampuan Literasi Digital*

Rentang Nilai	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
	Frekuensi	Frekuensi
62-65	1	0
66-72	7	1
73-79	17	12
80-86	9	16
87-93	2	5
94-100	0	2
total	36	36
rata-rata	76,75	81,67

Rentang nilai terbanyak pada kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah 73- 79, dengan masing-masing memiliki 17 siswa dan 12 siswa. Sedangkan, rentang nilai terkecil pada kelas kontrol adalah 62-65 dengan hanya 1 siswa, dan pada kelas eksperimen adalah 66-72, juga dengan hanya 1 siswa yang memperoleh nilai pada rentang tersebut.

Data menunjukkan bahwa rata-rata dan sebaran nilai posttest kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas control. Hal ini mengindikasikan bahwa model Guided Discovery Learning berbantuan wev based simulation (WBS) lebih efektif meningkatkan literasi digital siswa dibandingkan model direct instruction.

d. Analisa Data Posttest Kemampuan Berpikir Kritis

Tabel 4 memperlihatkan data distribusi frekuensi nilai posttest kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas kontrol) dan kelas eksperimen.

Tabel 4. *Distribusi Frekuensi Nilai Posttest Kemampuan Berpikir Kritis*

Rentang Nilai	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
	Frekuensi	Frekuensi
53-57	3	3

58-64	6	6
65-71	10	10
72-78	10	10
79-85	5	5
86-92	2	2
Total	36	36
Rata-rata	70,94	79,14

Data menunjukkan bahwa pada kedua kelas, distribusi nilai paling banyak berada pada interval 65-71 dengan jumlah 10 siswa. Sebaliknya, interval 86-92 menjadi paling sedikit peminatnya, masing-masing hanya 2 siswa. Selain itu, hasil pada table 4 memperlihatkan rata-rata posttest kelas eksperimen mencapai 79,14, lebih tinggi dibandingkan kelas control yang memperoleh 70,94.

2. Analisa Normalitas Kemampuan Literasi Digital

Table 5 menyajikan hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Walk pada taraf signifikansi 0,05 terhadap nilai pretest dan posttest literasi digital di kelas eksperimen dan control.

Tabel 5. *Data Hasil Tes Normalitas Kemampuan Literasi Digital*

	Kelas	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Kemampuan literasi digital	Pre-test eksperimen	0.121	36	0.200	0.957	36	0.169
	Post-test eksperimen	0.171	36	0.109	0.943	36	0.073
	Pre-test kontrol	0.066	36	0.200	0.988	36	0.964
	Post-test kontrol	0.081	36	0.200	0.99	36	0.983

Berdasarkan table 5, posttest kelompok eksperimen berdistribusi normal ($\text{sig.}=0,109$). Pada kelompok control, nilai pretest dan posstest juga menunjukkan distribusi normal karena seluruh nilai signifikansi $> 0,05$. Dengan demikian, data kedua kelompok memenuhi asumsi normalitas dan dapat dianalisis menggunakan statistic parametrik.

3. Analisa Normalitas Kemampuan Berpikir Kritis

Tabel 6 menyajikan hasil pengujian normalitas untuk nilai pretest dan posttest kemampuan berpikir kritis pada kelompok eksperimen dan kontrol.

Tabel 6. *Data Hasil Tes Normalitas Kemampuan Berpikir Kritis*

	Kelas	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Kemampuan berpikir kritis	Pre-test eksperimen	0.112	36	0.200	0.951	36	0.114
	Post-test eksperimen	0.119	36	0.200	0.968	36	0.366
	Pre-test kontrol	0.08	36	0.200	0.98	36	0.732
	Post-test kontrol	0.119	36	0.200	0.97	36	0.427

Uji Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Walk ($\alpha = 0,05$) menunjukkan seluruh nilai pretest dan posttest memiliki $p > 0,05$, sehingga data berdistribusi normal dan layak dianalisis secara parametrik.

4. Hasil Uji Homogenitas Kemampuan Literasi Digital

a. Deskripsi Homogenitas Nilai Pretest Kemampuan Literasi Digital

Tabel 7 menunjukkan hasil pengujian homogenitas nilai pretest untuk variabel kemampuan literasi digital pada kelompok eksperimen dan kontrol.

Tabel 7. *Data Hasil Uji Homogenitas Pretest Kemampuan Literasi Digital*

		Levene Statistic	df1	df2	ig.
Pretest kemampuan literasi digital	Based on Mean	4.998	1	0.059	0.059
	Based on Median	4.204	1	0.054	0.054
	Based on Median and with adjusted df	4.204	1	0.054	0.054
	Based on trimmed mean	4.925	1	0.060	0.060

Pengujian homogenitas dilakukan melalui empat pendekatan, yaitu berdasarkan mean, median, median dengan penyesuaian df, dan trimmed mean. Seluruh hasil menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) $> 0,05$, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol pada nilai

pretest literasi digital. Dengan demikian, data pretest kedua kelas bersifat homogen dan memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke uji parametrik. Homogenitas ini penting agar hasil analisis lebih akurat dan representatif terhadap populasi.

b. Deskripsi Homogenitas Nilai Posttest Kemampuan Literasi Digital

Tabel 8 menyajikan hasil pengujian homogenitas nilai posttest untuk variabel kemampuan literasi digital pada kelompok eksperimen dan kontrol.

Tabel 8. *Data Hasil Uji Homogenitas Posttest Kemampuan Literasi Digital*

			Levene Statistic	f1	f2
Posttest kemampuan literasi digital	Based on Mean	0.031	1	0.86	0.86
	Based on Median	0.079	1	0.779	0.779
	Based on Median and with adjusted df	0.079	1	0.779	0.779
	Based on trimmed mean	0.056	1	0.814	0.814

Nilai Levene berdasarkan mean sebesar 0,031 dengan $df_1=1$ dan $df_2=0,86$ serta signifikansi 0,86. Karena nilai Sig. > 0,05, tidak terdapat perbedaan varians literasi digital antara kelompok eksperimen dan kontrol, sehingga data dinyatakan homogen. Homogenitas pada nilai posttest ini menunjukkan kedua kelompok berasal dari sampel yang sebanding sesuai populasi yang ditetapkan.

5. Hasil Uji Homogenitas Kemampuan Berpikir Kritis

a. Deskripsi Homogenitas Nilai Pretest Kemampuan Berpikir Kritis

Table 9 menyajikan hasil uji homogenitas nilai pretest kemampuan berpikir kritis pada kelompok eksperimen dan kontrol.

Tabel 9. *Data Hasil Uji Homogenitas Pretest Kemampuan Berpikir Kritis*

		Levene Statistic	f1	f2	Sig.
	Based on Mean	3.216	1	0.077	0.077
	Based on Median	2.657	1	0.108	0.108

Pretest kemampuan berpikir kritis	Based on Median and with adjusted df	2.657	1	0.108	0.108
	Based on trimmed mean	3.052	1	0.085	0.085

Uji homogenitas dilakukan melalui empat pendekatan, yaitu berdasarkan mean, median, media dengan penyesuaian df, dan trimmed mean. Pengujian homogenitas berdasarkan mean menunjukkan bahwa nilai Levene Statistic yang diperoleh adalah sebesar 3.216 dengan df1 sebesar 1 dan df2 sebesar 0.077. Sig. atau signifikansi yang dihasilkan sebesar 0.077, yang berarti nilai p-nya lebih besar dari alpha (α) 0.05. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai pretest kelompok eksperimen dan kontrol dalam kemampuan berpikir kritis bersifat homogen.

Hasil uji homogenitas berbasis median menunjukkan nilai Levene Statistic sebesar 2,657 dengan signifikansi (p) 0,108, yang lebih besar dari $\alpha = 0,05$, hal ini mengindikasikan bahwa varians kemampuan berpikir kritis pada kelompok eksperimen dan control adalah homogen, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Uji homogenitas dengan df yang disesuaikan juga menunjukkan hasil serupa.

Pengujian homogenitas berdasarkan trimmed mean menghasilkan Levene Statistic sebesar 3.052 dengan df1 sebesar 1 dan df2 sebesar 0.085. Sig. atau signifikansi yang dihasilkan sebesar 0.085, yang berarti nilai p-nya lebih besar dari alpha (α) 0.05. nilai signifikansi yang lebih besar dari 0.05 ini telah menjadi bukti bahwa nilai pretest kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah diberi perlakuan pembelajaran dengan model Guided discovery learning berbantuan Web-based simulation bersumber dari kelompok sampel yang sama. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol dalam hal kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data pada Tabel 9 adalah homogen.

b. Deskripsi Homogenitas Nilai Posttest Kemampuan Berpikir Kritis

Penelitian ini melakukan uji homogenitas terhadap data posttest kemampuan berpikir kritis pada kelompok eksperimen dan control untuk memastikan kesamaan varians. Hasil pengujian tersebut disajikan pada table 10 sebagai Gambaran tingkat keseragaman data kedua kelompok. Dengan demikian, hasil uji homogenitas ini menjadi aspek penting dalam menganalisis perbandingan hasil pembelajaran antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dalam konteks peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

Tabel 10. Data Hasil Uji Homogenitas Posttest Kemampuan Berpikir Kritis

	Levene			
	Statistic	f1	f2	Sig.

post-test kemampuan berpikir kritis	Based on Mean	4.280	1	70	0.052
	Based on Median	4.236	1	70	0.053
	Based on Median and with adjusted df	4.236	1	9.883	0.063
	Based on trimmed mean	3.052	1	0.085	0.085

Hasil uji Levene menunjukkan nilai Sig. 0,052 dan 0,053 ($\approx 0,05$), mengindikasikan kecenderungan homogen. Saat menggunakan median dan df yang disesuaikan, Sig. menjadi 0,063, yang tetap menunjukkan data homogen. Dengan demikian, nilai posttest kemampuan berpikir kritis pada kelompok eksperimen dan kontrol tidak berbeda signifikan, sehingga analisis hipotesis parametrik dapat dilanjutkan.

Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis dilaksanakan setelah data memenuhi syarat melalui uji normalitas dan homogenitas. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal, sedangkan uji homogenitas bertujuan menilai kesamaan varian antar kelompok. Pemenuhan kedua syarat ini penting agar hasil pengujian hipotesis lebih akurat dan terpercaya.

Deskripsi Hasil Uji Paired T Kemampuan Literasi Digital

Hasil uji Paired T menunjukkan bahwa selisih rata-rata skor literasi digital antara kelas eksperimen dan control sebesar -4,91667. Nilai simpangan baku 8,41894 menggambarkan penyebaran data dalam kelompok, sedangkan standar error 1,40316 menunjukkan tingkat kesalahan dalam memperkirakan rata-rata.

Tabel 11. Hasil Uji Paired T Kemampuan Literasi Digital

Paired Samples Test								
	Paired Differences					f	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower				Upper

air 1	kelas kontrol - kelas eksperimen	4,9166 7	8,41894	1,40316	- 7,76523	- 2,06811	3,504 5	,001
-------	--	-------------	---------	---------	--------------	--------------	------------	------

Deskripsi Hasil Uji Paired T Kemampuan Berpikir Kritis

Interval kepercayaan 95% menunjukkan selisih skor literasi digital antara kelas control dan eksperimen berada pada rentang -776523 hingga -2,06811. Nilai Sig. 0,001 (<0,05) menandakan perbedaan tersebut signifikan secara statistic.

Uji Paired T pada kemampuan berpikir kritis membandingkan kelas control dan eksperimen untuk menilai perbedaan sebelum dan sesudah penerapan model Guided Discovery Learning berbantuan Web Based Simulations.

Tabel 12. Hasil Uji Paired T Kemampuan Berpikir Kritis

Paired Samples Test									
		Paired Differences							Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	kelas kontrol - kelas eksperimen	- 8,19444	12,42766	2,0712 8	- 12,39936	- 3,98953	3,956	5	,000

Hasil uji menunjukkan selisih rata-rata kemampuan berpikir kritis antara kelas control dan eksperimen sebesar 8,19444, dengan simpanan baku 12,42766 dan standar error 2,07128.

Interval kepercayaan 95% berada pada rentang -12,39936 hingga -3,98953. Nilai Sig. 0,000 (<0,05) menandakan perbedaan kedua kelompok signifikan secara statistic.

c. Deskripsi Hasil Uji Multivariate Analysis of Variance (Manova)

Uji hipotesis berikutnya dilakukan menggunakan Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) melalui SPSS 22 for Windows. Table 13 menyajikan hasil analisis tersebut untuk mengetahui perbedaan

antara kelas eksperimen dan control pada kemampuan literasi digital dan berpikir kritis setelah pembelajaran.

Tabel 13. Hasil Uji Multivariate Analysis Of Variance (Manova)

Effect		Value	F	Hypothesi df	Error df	Sig.
model_pembel ajaran	Pillai's Trace	0.250	11.517b	2.000	69.000	<0.001
	Wilks' Lambda	0.750	11.517b	2.000	69.000	<0.001
	Hotelling's Trace	0.334	11.517b	2.000	69.000	<0.001
	Roy's Largest Root	0.334	11.517b	2.000	69.000	<0.001

Terdapat empat metode tes yang digunakan dalam uji multivariate analysis of variance (manova) ini, yaitu Pillai's Trace, Wilks' Lambda, Hotelling's Trace, dan Roy's Largest Root. Hasil uji manova menunjukkan bahwa nilai Pillai's Trace sebesar 0.25, nilai Wilks' Lambda sebesar 0.75, nilai Hotelling's Trace sebesar 0.334, dan nilai Roy's Largest Root sebesar 0.334. Selain itu, hasil uji manova juga menunjukkan bahwa F-ratio sebesar 11.517 dan derajat kebebasan model_pembelajaran adalah 2. Derajat kebebasan error adalah 69 dan nilai signifikansi (Sig.) yang diperoleh dari uji manova adalah <0.001.

Berdasarkan hasil multivariate analysis of variance (manova) ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada variabel kemampuan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah mengikuti pembelajaran, dengan nilai signifikansi yang sangat rendah (<0.001). Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilakukan pada kelas eksperimen memiliki pengaruh yang lebih signifikan terhadap kemampuan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran pada kelas kontrol. Tabel 14 menunjukkan hasil uji between-subject effects pada pengujian hipotesis manova kedua.

Tabel 14. Hasil Uji Between-Subjects Effects

Source	Terikatt Variable	F	Sig.
Corrected Model	kemampuan_berpikir _kritis	8.709	<0.001
	kemampuan_literasi_ digital	3.024	<0.001

Hasil menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada kemampuan berpikir kritis ($F\text{-ratio}=18.709$, $p<0.001$) dan kemampuan literasi digital ($F\text{-ratio}=13.024$, $p<0.001$) setelah pembelajaran. Pembelajaran dengan model guided discovery learning berbantuan Web-based simulation berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran pada kelas kontrol.

d. Deskripsi Hasil Uji N-Gain Score kemampuan literasi digital

Tabel 15 menyajikan hasil pengujian N-gain score terhadap kemampuan literasi digital pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengujian N-gain score menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan literasi digital peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah pembelajaran. Namun, peningkatan tersebut lebih tinggi pada kelas eksperimen (0,66) dibandingkan kelas kontrol (0,59). Kedua kelas berada dalam kategori peningkatan sedang, menunjukkan potensi untuk meningkatkan kemampuan literasi digital melalui pembelajaran yang lebih efektif dan terstruktur.

Tabel 16. Hasil Persen N-Gain Kemampuan Literasi Digital

	kelas	X pretest	X posttest	N- Gain	Kategori
Kemampuan literasi digital	Eksperimen	32,25	69,85	0,66	Sedang
	Kontrol	33,61	40,97	0,59	Sedang

Tabel 16 menunjukkan hasil rata-rata persentase N-Gain pada setiap indikator kemampuan literasi digital peserta didik pada kelas eksperimen dan kontrol. Rata-rata N-gain score digunakan untuk mengukur seberapa besar peningkatan pada setiap indikator kemampuan literasi digital peserta didik. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa kelas eksperimen yang diberikan pembelajaran dengan metode guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS) memiliki rata-rata persentase N-Gain yang lebih tinggi pada setiap indikator kemampuan literasi digital dibandingkan dengan kelas kontrol yang mendapatkan pembelajaran biasa.

Tabel 17. Rata-Rata Persentase N-Gain Score

Untuk Setiap Indikator Pada Kemampuan Literasi Digital

Indikator literasi digital	Rata-rata N-gain score tiap indikator			
	Kontrol	Kategori	Eksperimen	Kategori
Mencari informasi	0,35	Sedang	0,56	Sedang
Membagikan informasi	0,54	Sedang	0,65	Sedang

Memahami informasi	0,47	Sedang	0,61	Sedang
Mengamankan informasi	0,67	Sedang	0,74	Tinggi
Memecahkan masalah	0,36	Sedang	0,60	Sedang

Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator "mengamankan informasi", dengan rata-rata N-gain score (normalized gain) sebesar 0,74 yang dikategorikan tinggi, sedangkan indikator "mencari informasi" memiliki rata-rata N-gain score (normalized gain) terendah yaitu 0,56 yang dikategorikan sedang. Walaupun demikian, secara umum, seluruh indikator kemampuan literasi digital peserta didik mengalami perubahan yang cukup efektif ketika diberi perlakuan penelitian model pembelajaran Guided discovery learning berbantuan Web-based simulation dibandingkan dengan model konvensional.

Dalam kelas kontrol, indikator "mengamankan informasi" menunjukkan peningkatan yang dengan kategori rendah dengan rata-rata N-gain score (normalized gain) sebesar 0,67, sedangkan pada indikator lainnya, peningkatan kemampuan literasi digital peserta didik juga kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan metode guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS) lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi digital peserta didik dibandingkan dengan metode pembelajaran biasa. Metode guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS) memiliki nilai lebih dalam membantu peserta didik untuk dapat meningkatkan kemampuan literasi digitalnya, ditinjau dari peningkatan N-Gain score pada setiap indikator kemampuan literasi digital. Peningkatan ini terjadi karena metode guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS) mampu memberikan stimulus kepada peserta didik untuk meningkatkan rasa keingintahuan mereka tentang materi pembelajaran (Perdana, Riki. Dkk., 2020).

Model Guided Discovery Learning (GDL) berbantuan Web Based Simulation (WBS) dinilai lebih unggul dibandingkan metode konvensional karena menghadirkan pembelajaran yang interaktif dan bermakna. Siswa terlibat aktif melalui eksplorasi dan penemuan menggunakan simulasi daring, sehingga mendorong kemandirian belajar, meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, dan memperdalam pemahaman materi. Kemampuan literasi digital juga ditingkatkan karena peserta didik harus berinteraksi dengan teknologi informasi. Metode ini juga memfasilitasi pengajaran yang lebih personal dan sesuai dengan kebutuhan individu, memungkinkan mereka untuk belajar dengan ritme yang sesuai dan mencapai hasil yang lebih optimal. Hal ini menjadikan metode GDL berbantuan WBS sebagai pendekatan pembelajaran yang efektif dan inovatif di era literasi digital saat ini.

e. Deskripsi Hasil Uji N-Gain Score Kemampuan Berpikir Kritis

Table 17 menampilkan hasil perhitungan N-gain kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen dan control. Data menunjukkan N-gain kelas eksperimen sebesar 0,71 (kategori tinggi), sedangkan kelas control 0,59 (kategori sedang). Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis pada

siswa setelah diberikan metode pembelajaran guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS).

Tabel 18. Hasil Persentase N-Gain Kemampuan Berpikir Kritis

	kelas	X pretest	X posttest	N- Gain	Kategori
Kemampuan berpikir kritis	Eksperimen	31.54	53.81	0,71	Tinggi
	Kontrol	31.92	36.72	0,59	Sedang

Namun, N-Gain pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, yang menunjukkan bahwa model pembelajaran guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS) lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional. N-gain score (normalized gain) digunakan untuk mengukur perbedaan rata-rata antara nilai pretest dan posttest, yang menunjukkan seberapa besar kemajuan kemampuan berpikir kritis siswa setelah pembelajaran.

Kategori N-gain score (normalized gain) pada kelas kontrol termasuk dalam kategori sedang, yang berarti terdapat potensi untuk terus meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui pembelajaran yang lebih efektif dan terstruktur. Namun, hasil tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran dengan metode guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS) pada kelas eksperimen lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran biasa pada kelas kontrol. Tabel 18 menunjukkan rata-rata persentase N-Gain pada setiap indikator kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah diterapkan model pembelajaran guided discovery learning (GDL) berbantuan web-based simulation (WBS).

Tabel 19. Rata-Rata Persentase N-Gain Score

Untuk Setiap Indikator Pada Kemampuan Berpikir Kritis

Indikator berpikir kritis	Rata-rata N-gain score (normalized gain) tiap indikator			
	Kontrol	Kategori	Eksperimen	Kategori
Identifikasi masalah	0,37	Sedang	0,61	Sedang

Analisis argumen	0,5	Sedang	0,62	Sedang
Klarifikasi	0,49	Sedang	0,66	Sedang
Pemahaman	0,63	Sedang	0,77	Tinggi
Menilai kredibilitas	0,56	Sedang	0,65	Sedang

Berdasarkan tabel 18, hasil uji N-Gain score pada kelas eksperimen menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik, dengan kategori cukup efektif pada beberapa indikator seperti identifikasi masalah, analisis argumen, klarifikasi, dan menilai kredibilitas. Penerapan model Guided discovery learning (GDL) berbantuan Web-based simulation (WBS) berperan penting dalam peningkatan pemahaman berpikir kritis siswa. Pada kelas kontrol, peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik cukup efektif hanya pada beberapa indikator seperti analisis argumen dan menilai kredibilitas. Penerapan Guided Discovery Learning (GDL) berbantuan web based simulations (WBS) terbukti cukup efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil uji N-gain menunjukkan bahwa kelas eksperimen mengalami peningkatan lebih tinggi dibandingkan kelas control yang menggunakan direct instruction. Kenaikan terbesar terlihat pada literasi digital dan berpikir kritis, khususnya pada indikator “menggambarkan informasi” dan “pemahaman” yang berada pada kategori tinggi.

Model ini efektif meningkatkan literasi digital dan berpikir kritis. N-gain yang tinggi menunjukkan GDL berbantuan WBS lebih unggul dari kelas contro, dengan peningkatan tertinggi pada indicator keamanan informasi. Keterlibatan aktif dan eksplorasi mandiri melalui WBS turut memperkuat kemampuan analitis, pemecahan masalah dan evaluasi argument. Secara keseluruhan, GDL+WBS efektif mendukung pembelajaran interaktif serta mempersiapkan menghadapi tantangan literasi digital. Oleh karena itu, pendidik dan institusi Pendidikan disarankan mempertimbangkan model ini sebagai alternatif inovatif dan efektif untuk meningkatkan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis siswa.

B. Pembahasan

Hasil uji statistic parametrik menunjukkan bahwa model Guided Discovery Learning (GDL) berbantuan Web Based Simulation (WBS) efektif meningkatkan literasi digital dan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika. Uji MANOVA memperlihatkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan control pada kedua variable (Sig. < 0,001), sehingga GDL berbantuan WBS terbukti lebih berpengaruh dibanding pembelajaran konvensional.

Selain itu, ditemukan hubungan signifikan antara literasi digital dan berpikir kritis. Artinya, semakin tinggi literasi digital peserta didik, semakin baik kemampuan berpikir kritisnya. Dengan demikian, GDL

berbantuan WBS layak menjadi alternatif model pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kedua kemampuan tersebut.

Pemanfaatan web based simulation memungkinkan siswa mengeksplorasi materi secara mandiri dengan mencari informasi, menganalisis data, serta mencoba berbagai strategi pemecahan masalah. Proses ini melatih berpikir kritis karena siswa dituntut melakukan analisis memahami situasi, dan mengevaluasi argument. Selain itu, simulasi daring mendukung pembelajaran yang adaptif dan personal, memberi kesempatan belajar sesuai ritme masing-masing serta memperoleh umpan balik langsung untuk meningkatkan kinerja. Sifat interaktifnya meningkatkan motivasi, keaktifan, dan pemahaman siswa. Integrasi web based simulation dalam GDL berkontribusi nyata terhadap penguatan literasi digital dan berpikir kritis melalui lingkungan belajar yang realistis, adaptif, dan efektif. Penggunaan teknologi dalam model pembelajaran ini mencerminkan relevansi dan keterkiniannya dalam menghadapi tuntutan dan tantangan dunia digital yang terus berkembang.

Pengaruh Model guided discovery learning (GDL) Berbantuan Web based simulation (WBS) Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Digital dan Kemampuan Berpikir Kritis

Hasil uji hipotesis melalui MANOVA menunjukkan bahwa model Guided Discovery Learning (GDL) berbantuan Web Based Simulation (WBS) lebih efektif meningkatkan literasi digital dan berpikir kritis dibanding pembelajaran konvensional, menegaskan bahwa model pembelajaran berpengaruh terhadap hasil belajar [9].

Penerapan GDL berbantuan WBS menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik sehingga meningkatkan motivasi belajar, sekaligus memperluas literasi digital peserta didik dalam mengakses dan memahami informasi secara daring [8].

Model Guided Discovery Learning (GDL) efektif mengembangkan kemampuan berpikir kritis serta keterampilan social seperti kolaborasi dan komunikasi. Melalui proses menemukan konsep secara mandiri, peserta didik membangun pemahaman yang lebih mendalam dan bertahan lama.

Model Guided Discovery Learning (GDL) mendorong siswa mengembangkan kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah karena pembelajaran berpusat pada eksplorasi, diskusi, dan penemuan jawaban secara mandiri [10]. Sementara itu, web based simulations (WBS) meningkatkan motivasi dan minat belajar melalui pengalaman yang interaktif dan menarik. Melalui simulasi atau visualisasi konsep, siswa dapat melihat representasi materi secara lebih konkret sehingga pemahaman mereka menjadi lebih mendalam. WBS mendukung pengembangan literasi digital karena peserta didik dituntut mampu menggunakan dan mengelola teknologi dalam proses pembelajaran [11].

Model Guided Discovery Learning (GDL) berbantuan Web Based Simulation (WBS) memadukan keunggulan memvisualisasikannya melalui simulasi digital [12]. Pendekatan ini memperkuat pemahaman

materi dan literasi digital, serta membantu peserta didik melihat keterkaitan konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari sehingga meningkatkan minat dan motivasi belajar [13].

Hasil uji MANOVA juga menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan control pada kemampuan literasi digital dan berpikir kritis. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan GDL berbantuan WBS berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan kedua kemampuan tersebut. Namun, hasil ini masih terbatas pada satu populasi dan konteks pembelajaran tertentu, sehingga diperlukan penelitian lanjutan pada populasi dan situasi berbeda untuk menguji konsistensi pengaruhnya. Selain itu, factor lain seperti motivasi belajar dan latar belakang Pendidikan juga diperhatikan karena dapat memengaruhi literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik [14].

Efektivitas Hubungan Antara Kemampuan Literasi Digital Dan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Fisika Dengan Model guided discovery learning (GDL) Berbantuan Web-based simulation (WBS)

Hasil analisis korelasi menunjukkan tidak adanya hubungan signifikan antara penerapan model GDL berbantuan WBS dengan kemampuan berpikir kritis maupun literasi digital. Pada kemampuan berpikir kritis, koefisien korelasi sebesar -0,202 dengan $p = 0,725$ menunjukkan hubungan negative yang lemah dan tidak signifikan, sehinggakan kemungkinan terdapat factor lain yang lebih memengaruhi kemampuan tersebut. Demikian pula pada literasi digital, koefisien -0,061 dengan $p = 0,725$ menandakan hubungan positif yang sangat lemah dan tidak signifikan, sehingga GDL berbantuan WBS tidak terbukti berkontribusi secara signifikan berdasarkan uji korelasi [15].

Di sisi lain, uji MANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan control pada literasi digital dan berpikir kritis (Sig. < 0,001), yang berarti model GDL+WBS lebih efektif dibanding pembelajaran konvensional [16]. Pendekatan interaktif dan berbasis simulasi daring pada kelas eksperimen diduga mendukung pengembangan kedua kemampuan tersebut [17].

Perbedaan hasil antara uji MANOVA dan korelasi dapat dijelaskan karena korelasi negative hanya menunjukkan hubungan terbalik yang lemah, bukan sebab akibat [18]. Kemungkinan terdapat variable lain seperti karakteristik peserta didik, motivasi, atau penguasaan teknologi sebelumnya yang turut mempengaruhi hasil, sehingga temuan ini perlu ditelaah lebih lanjut.

Uji MANOVA menunjukkan bahwa GDL+WBS memiliki pengaruh signifikan terhadap literasi dan berpikir kritis, meskipun korelasi negative pada kelas eksperimen perlu diteliti lebih lanjut. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi factor lain seperti kemampuan awal TIK, motivasi, lingkungan rumah, dan dukungan sarana sekolah, serta menyempurnakan model dengan focus pada analisis kritis informasi digital, strategi pengolahan data, dan pemanfaatan teknologi secara terstruktur [19]. Peningkatan ini diharapkan dapat memperkuat hubungan antara GDL+WBS dengan literasi digital dan berpikir kritis peserta didik, sekaligus memfasilitasi eksplorasi mandiri dan pemecahan masalah melalui simulasi daring [20].

Secara konseptual, GDL berbantuan WBS tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga membangun interaksi aktif antara siswa, konsep fisika, dan teknologi. Model ini mendorong pembelajaran eksploratif reflektif sehingga literasi digital dan berpikir kritis berkembang melalui konstruksi pengetahuan. Dengan demikian, integrasi pembelajaran berbasis penemuan dan simulasi digital perlu dipandang sebagai system holistic yang dipengaruhi kesiapan peserta didik, konteks pembelajaran, dan dukungan guru, sehingga hasil belajar merupakan produk interaksi berbagai komponen, bukan hanya efek satu variable perlakuan.

Simpulan

1. Uji Paired T dan MANOVA (F-ratio berpikir kritis 18, 709; literasi digital 13, 024; Sig. 0,000) menunjukkan GDL berbantuan WBS secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital.
2. N-gain kelas eksperimen 0,66 (literasi digital) dan 0,71 (berpikir kritis), lebih tinggi dari kelas control (0,59), menunjukkan efektivitas model dalam kategori sedang dan tinggi.

Meskipun demikian, kontribusi model pembelajaran GDL berbantuan WBS terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital tidak bersifat langsung. Peningkatan kedua kemampuan tersebut merupakan hasil sinergi antara model pembelajaran dan berbagai factor lain yang mungkin lebih dominan, seperti kesiapan awal siswa, motivasi belajar, literasi teknologi, serta dukungan lingkungan belajar. Oleh karena itu, GDL berbantuan WBS diposisikan sebagai strategi pendukung yang memperkuat proses pembelajaran, bukan sebagai satu-satunya penentu peningkatan berpikir kritis dan literasi digital.

Referensi

- [1] Asriani, "Penggunaan media simulasi virtual pada proses pembelajaran fisika terhadap pemahaman konsep peserta didik SMA Negeri 1 Bua Ponrang," *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, vol. 14, no. 1, pp. 54–59, 2018.
- [2] A. Rizaldi, "The role of strategic leadership and work life quality on improving work productivity," *Indonesian Journal of Strategic Management*, vol. 2, no. 2, 2019.
- [3] R. C. Clark and R. E. Mayer, *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers*, New York: John Wiley & Sons, 2019.
- [4] P. Griffin and E. Care, *Assessment and Teaching of 21st Century Skills: Methods and Approach*, London: Springer, 2015.
- [5] B. W. Becker, "Information literacy in the digital age: Myths and principles of digital literacy," *School of Information Student Research Journal*, pp. 1–9, 2018.
- [6] A. P. Wahyu, H. Sri, and Misbah, "Analisis literasi digital siswa melalui penerapan e-learning berbasis Schoology," *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika (JIPF)*, vol. 6, no. 1, pp. 9–13, 2019.
- [7] J. Y. Wang, H. K. Wu, and Y. S. Hsu, "Using mobile applications for learning: Effects of simulation design, visual-motor integration, and spatial ability on high school students' conceptual understanding," *Computers in Human Behavior*, vol. 66, pp. 103–113, 2017.

- [8] F. Handayani, “Membangun keterampilan berpikir kritis siswa melalui literasi digital berbasis STEM pada masa pandemik Covid-19,” *Jurnal Cendekiawan*, vol. 2, no. 2, pp. 69–72, 2020.
- [9] P. Priastuti, R. A. Sani, D. Derlina, and A. F. Pohan, “Effect of collaborative inquiry on the understanding of the concept and ability of critical thinking,” in *Proc. 5th Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership*, vol. 488, pp. 503–507, 2020.
- [10] M. Kumar and B. R. Tiwari, “Physics teaching with simulation techniques,” *Advanced Journal of Social Science*, vol. 4, no. 1, pp. 8–10, 2018.
- [11] D. P. Larasati and S. Imam, “Tren penerapan model pembelajaran guided discovery untuk mengajarkan materi fisika di SMA,” *Inovasi Pendidikan Fisika*, vol. 10, no. 1, pp. 144–152, 2021.
- [12] D. Derlina and E. Sitepu, “Efek model problem based learning terhadap peningkatan literasi sains siswa pada materi momentum, impuls, dan tumbukan,” *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, vol. 6, no. 3, 2018.
- [13] Z. Mustofa, “Pengaruh discovery learning berbantuan e-learning dalam meningkatkan penguasaan konsep siswa tentang konsentrasi larutan dan aplikasinya,” *Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 7, no. 1, pp. 14–29, 2019.
- [14] R. Perdana, J. Riwayani, Jumaidi, and D. R. Dadan, “Effectiveness of web-based simulation integrated with discovery learning to enhance students’ critical thinking skills in physics,” in *Proc. International Conference on Online and Blended Learning (ICOBL 2019)*, vol. 440, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [15] R. Vuorikari, Y. Punie, S. Carretero, and L. V. Brande, *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.
- [16] Ratumanan, *Belajar dan Pembelajaran*, Surabaya: Universitas Negeri Surabaya, 2002.
- [17] I. G. P. E. Saputra, L. Sukariasih, and L. O. Nursalam, “The effect of scientific literacy approach with discovery learning model toward physics concepts understanding,” *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 10, no. 2, pp. 144–153, 2022.
- [18] Slameto, *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*, Jakarta: Rineka Cipta, 2003.
- [19] F. Mohammadi, A. Abrizah, and M. Nazari, “Is the information fit for use? Exploring teachers’ perceived information quality indicators for Farsi web-based learning resources,” *Malaysian Journal of Library & Information Science*, vol. 20, no. 1, 2017.
- [20] M. Nur and S. Kardi, *Pengajaran Langsung*, Surabaya: Pusat Sains dan Matematika Sekolah Program Pascasarjana UNESA, 2000.