

**PENGEMBANGAN *E-LEARNING* INTERAKTIF DENGAN FITUR UJIAN  
*ONLINE* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN MEMBUAT  
JARINGAN KOMPUTER DAN INTERNET DI SMK  
MUHAMMADIYAH 2 BANDAR LAMPUNG**

**(TESIS)**

**Oleh**

**VERAWATI  
NPM 2423011004**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI PENDIDIKAN  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### PENGEMBANGAN *E-LEARNING* INTERAKTIF DENGAN FITUR UJIAN *ONLINE* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN MEMBUAT JARINGAN KOMPUTER DAN INTERNET DI SMK MUHAMMADIYAH 2 BANDAR LAMPUNG

Oleh

VERAWATI

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian online, mengevaluasi kelayakannya dari aspek validitas dan kepraktisan, menganalisis efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan siswa, serta mengetahui tingkat keterlibatan siswa dalam pembelajaran pada materi Jaringan Komputer dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model Borg and Gall yang dimodifikasi. Sampel penelitian melibatkan 33 siswa kelas XII TKJ. Instrumen pengumpulan data meliputi lembar validasi ahli media dan ahli materi, angket uji kepraktisan siswa, serta tes *pretest* dan *posttest* untuk mengukur peningkatan keterampilan praktis siswa. Hasil validasi menunjukkan bahwa *e-learning* interaktif yang dikembangkan dinyatakan sangat layak digunakan dengan persentase validasi ahli media sebesar 88% dan ahli materi sebesar 93%. Hasil uji kepraktisan menunjukkan persentase sebesar 85% dengan kategori praktis. Uji efektivitas menunjukkan bahwa nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,687 berada pada kategori sedang dan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dengan nilai N-Gain sebesar 0,483. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* cukup efektif dalam meningkatkan keterampilan praktis siswa pada materi Jaringan Komputer dan Internet. Dengan demikian, *e-learning* yang dikembangkan dinyatakan layak, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran di kelas XII TKJ SMK.

**Kata kunci:** *e-learning*, interaktif, keterampilan, teknik komputer dan jaringan, ujian *online*

## **ABSTRACT**

### **DEVELOPMENT OF INTERACTIVE E-LEARNING WITH ONLINE EXAM FEATURES TO IMPROVE SKILLS IN BUILDING COMPUTER AND INTERNET NETWORKS AT SMK MUHAMMADIYAH 2 BANDAR LAMPUNG**

**By**

**VERAWATI**

*This study aims to develop interactive e-learning with an online examination feature, evaluate its feasibility in terms of validity and practicality, analyze its effectiveness in improving students' skills, and determine the level of student engagement in learning Computer and Internet Networking at SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung. The research employed a Research and Development (R&D) method using a modified Borg and Gall model. The research sample consisted of Grade 33 XII TKJ students. Data collection instruments included media expert and material expert validation sheets, student practicality questionnaires, and pretest–posttest assessments to measure improvements in practical skills. The validation results indicated that the developed interactive e-learning was highly feasible, with media expert validation reaching 88% and material expert validation reaching 93%. The practicality test results showed a percentage of 85%, categorized as practical. The effectiveness test revealed that the experimental class achieved an N-Gain score of 0.687, classified as moderate and higher than the control class with an N-Gain score of 0.483. These findings indicate that the interactive e-learning with online examination features is sufficiently effective in improving the practical skills of Grade XII TKJ students in Computer Networks and Internet learning. Therefore, the developed e-learning is considered feasible, practical, and effective for implementation in vocational high school learning.*

**Keywords:** *e-learning, interactive, skills, computer and network engineering, online exams*

**PENGEMBANGAN *E-LEARNING* INTERAKTIF DENGAN FITUR UJIAN  
*ONLINE* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN MEMBUAT  
JARINGAN KOMPUTER DAN INTERNET DI SMK  
MUHAMMADIYAH 2 BANDAR LAMPUNG**

**Oleh**

**VERAWATI  
NPM 2423011004**

**Tesis**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
MAGISTER TEKNOLOGI PENDIDIKAN**

**Pada**

**Program Pascasarjana Magister Teknologi Pendidikan  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI PENDIDIKAN  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

**Judul Tesis** : **PENGEMBANGAN *E-LEARNING* INTERAKTIF DENGAN FITUR UJIAN *ONLINE* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN MEMBUAT JARINGAN KOMPUTER DAN INTERNET DI SMK MUHAMMADIYAH 2 BANDAR LAMPUNG**

**Nama Mahasiswa** : **Verawati**

**Nomor Pokok Mahasiswa** : **2423011004**

**Program Studi** : **Magister Teknologi Pendidikan**

**Jurusan** : **Ilmu Pendidikan**

**Fakultas** : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



Pembimbing 1

Pembimbing 2

**Prof. Dr. Herpratiwi, M.Pd.**  
NIP 19640914 198712 2 001

**Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom.**  
NIP 19741010 200801 1 015

**2. Mengetahui**

Ketua Jurusan Ilmu Pendidikan

Ketua Program Studi  
Magister Teknologi Pendidikan

**Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Ag., M.Si.**  
NIP 19741220 200912 1 002

**Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom.**  
NIP 19741010 200801 1 015

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

Ketua : Prof. Dr. Herpratiwi, M.Pd.

Sekretaris : Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom.

Penguji Anggota : Dr. Dina Martha Fitri, S. SiT., M.Pd.

**Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Ag., M.Si.**

**2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



**Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.**  
NIP 19870504 201404 1 001

**3. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung**



**Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.**  
NIP 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 12 Maret 2026

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul “Pengembangan *E-learning* Interaktif dengan Fitur Ujian *Online* untuk Meningkatkan Keterampilan Membuat Jaringan Komputer Dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung” adalah karya saya dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan tata etika ilmiah yang berlaku dalam akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak kekayaan intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan bersedia serta tanggung dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung,     Maret 2026  
Pembuat Pernyataan,



Verawati  
NPM 2423011004

## **RIWAYAT PENULIS**

Penulis lahir di Padang pada tanggal 1 Juli 1983. Penulis merupakan seorang pendidik beragama Islam dan berstatus menikah, serta saat ini berdomisili di Bandar Lampung. Pendidikan formal penulis ditempuh secara berjenjang, dimulai dari SD Negeri 09 Koto Luar Kecamatan Pauh Padang, dilanjutkan ke SMP Negeri 21 Padang, kemudian SMA Negeri 4 Padang. Pendidikan tinggi diselesaikan pada Program Studi S-1 Sistem Komputer di Universitas Putra Indonesia (UPI) YPTK Padang, dengan memperoleh gelar Sarjana (S1). Riwayat karier penulis diawali dengan pengalaman kerja di PT Six Batam pada tahun 2006 hingga 2007. Selanjutnya, sejak tahun 2007 sampai dengan 2024, penulis mengabdikan diri sebagai guru di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung. Sejak tahun 2024 hingga sekarang, penulis bertugas sebagai guru di SMK Negeri 8 Bandar Lampung, dengan fokus pada pengembangan kompetensi peserta didik sesuai bidang keahliannya.

## **MOTTO**

“Belajar tanpa henti, berjuang dengan hati, dan mengabdikan melalui karya.”

“Menuntut ilmu adalah perjalanan panjang yang membentuk karakter dan pengabdian.”

“Pendidikan adalah jalan sunyi menuju perubahan yang bermakna.”

## **PERSEMBAHAN**

Dengan penuh rasa syukur, tesis ini penulis persembahkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kesehatan, serta kekuatan sehingga penulis mampu menyelesaikan studi dan menyusun karya ilmiah ini. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW sebagai teladan umat manusia. Karya ini penulis dedikasikan kepada suami tercinta, Yuhendra Yunus, A.Md.Kep, atas doa, kesabaran, dukungan, dan pengertian yang senantiasa menyertai setiap langkah penulis dalam menempuh pendidikan. Ketulusan dan kebersamaan yang diberikan menjadi sumber motivasi terbesar dalam menyelesaikan tesis ini. Untuk putra-putra tercinta, Fahri Ahmad Syauqii Yunus dan Fathan Arfarizqy Yunus, penulis mengucapkan terima kasih atas cinta, doa, serta pengertian yang telah diberikan. Kalian adalah penyemangat dan alasan utama penulis untuk terus berjuang dan berkembang. Semoga karya ini dapat menjadi pengingat bahwa proses belajar adalah bagian penting dari kehidupan. Tesis ini juga penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta (Almarhum/Almarhumah) atas segala doa, kasih sayang, dan pengorbanan, serta kepada Mama Jusna, S.Pd.I, dan seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, serta doa yang tiada henti. Akhirnya, besar harapan penulis agar tesis ini dapat memberikan manfaat serta menjadi kontribusi kecil dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan kualitas pendidikan, khususnya dalam bidang teknologi pembelajaran.

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan *E-learning* Interaktif dengan Fitur Ujian *Online* untuk Meningkatkan Keterampilan Membuat Jaringan Komputer dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung.” Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Pascasarjana Teknologi Pendidikan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung. Shalawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, suri teladan umat manusia, yang syafaatnya senantiasa kita harapkan. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan ucapan terima kasih yang tulus, penulis menyampaikan penghargaan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM, selaku Rektor Universitas Lampung, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk menempuh pendidikan pada jenjang magister.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung, atas dukungan dan kebijakan akademik selama proses perkuliahan dan penyusunan tesis.
3. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, yang telah memfasilitasi penyelenggaraan pendidikan dan penelitian.
4. Bapak Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Ag., M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Pendidikan FKIP Universitas Lampung.
5. Ibu Prof. Herpratiwi, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II, yang dengan

sabar telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi kepada penulis sejak awal hingga selesainya tesis ini.

6. Bapak/Ibu Dosen Penguji, khususnya Ibu Dr. Dina Martha Fitri, M.Pd., yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang sangat berharga demi penyempurnaan tesis ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Magister Teknologi Pendidikan Universitas Lampung, serta seluruh civitas akademika, yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman berharga selama penulis menempuh pendidikan.
8. Suami tercinta Yuhendra Yunus, A.Md.Kep, serta ananda tercinta Fahri Ahmad Syauqii Yunus dan Fathan Arfarizqy Yunus, atas doa, kasih sayang, kesabaran, dan dukungan yang tiada henti kepada penulis.
9. Kedua orang tua tercinta (Almarhum/Almarhumah), terima kasih atas doa dan perjuangan sehingga penulis dapat mencapai titik ini.
10. Mama Jusna, S.Pd.I, yang senantiasa memberikan dukungan tanpa batas kepada penulis.
11. Kakak dan adik tercinta, yaitu Ir. Yenni Heri Yanti, Dasli, Syaipul Anwar, A.Md., Renny Marlina, S.E., Yahya Pangestu, Rafky Putra, S.Farm., Apt., dan Utami Khairunnisa, S.Farm., Apt., atas doa, dukungan, dan semangat yang selalu diberikan.
12. Keponakan tercinta, Utari Rahmi Mardhatillah, semoga lancar menyelesaikan studi dan segera memperoleh gelar S.Farm., serta Ragil Sukma Pangestu, Wahyu Tirta Pangestu, Adam Sukma Pangestu, semoga rajin belajar dan meraih cita-cita.
13. Teman-teman seperjuangan Magister Teknologi Pendidikan 2024, khususnya Laras Sati, Hesti Apala, Roslina, Resti Anita, Siti Mardasela, Agus Salim, dan Anugrah Hisyam, atas kebersamaan, bantuan, dan semangat selama proses perkuliahan dan penyusunan tesis.
14. Kepala Sekolah serta Dewan Guru SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung, atas dukungan dan kerja sama yang diberikan selama pelaksanaan penelitian.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi pendidikan.

Bandar Lampung, Maret 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>MENYETUJUI</b> .....	<b>v</b>
<b>MENGESAHKAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT PENULIS</b> .....	<b>viii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>ix</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>x</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xx</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	8
1.3. Rumusan Masalah.....	9
1.4. Tujuan Penelitian .....	9
1.5. Manfaat Penelitian .....	10
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>12</b>
2.1. <i>E-learning</i> .....	12
2.1.1. Pengertian <i>E-learning</i> .....	12
2.1.2. <i>E-learning</i> Interaktif.....	13
2.1.3. <i>E-learning Moodle</i> .....	15
2.1.4. Karakteristik <i>E-learning Moodle</i> .....	16
2.1.5. Kelebihan dan Kekurangan <i>E-learning Moodle</i> .....	18
2.2. Teori Belajar .....	19
2.2.1. Teori Belajar Multimedia .....	19
2.2.2. Teori Belajar Behavioristik.....	21
2.2.3. Teori Belajar Konstruktivisme.....	22
2.2.4. Teori Belajar Kognitif .....	23
2.3. Keterampilan Siswa dalam Pembelajaran Jaringan Komputer dan Internet	24
2.3.1. Pengertian Keterampilan .....	24
2.3.2. Kompetensi dalam Mata Pelajaran Jaringan Komputer dan Internet.....	25
2.3.3. Peran Media Interaktif dalam Meningkatkan Keterampilan.....	27

2.4.	Kelayakan dan Keefektifan <i>E-learning</i> .....	28
2.4.1.	Kelayakan Media.....	28
2.4.2.	Keefektifan Media.....	29
2.5.	Penelitian yang Relevan.....	30
2.6.	Kerangka Pemikiran .....	31
2.7.	Hipotesis Penelitian .....	33
<b>III.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1.	Model Penelitian dan Pengembangan.....	34
3.2.	Prosedur Penelitian dan pengembangan .....	35
3.2.1.	Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi Awal ( <i>Research and Information Collecting</i> ) .....	35
3.2.2.	Tahap Perencanaan ( <i>Planning</i> ).....	35
3.2.3.	Tahap Pengembangan Bentuk Awal Produk ( <i>Develop Preliminary Form of Product</i> ).....	35
3.2.4.	Tahap Uji Coba Lapangan Awal ( <i>Preliminary Field Testing</i> ) .....	35
3.2.5.	Tahap Revisi Produk Awal ( <i>Main Product Revision</i> ).....	36
3.2.6.	Tahap Uji Coba Lapangan Utama ( <i>Main Field Testing</i> ).....	36
3.2.7.	Tahap Revisi Produk Operasional ( <i>Operational Product Revision</i> )	36
3.2.8.	Tahap Uji Coba Lapangan Operasional ( <i>Operational Field Testing</i> ) .....	36
3.2.9.	Tahap Revisi Produk Akhir ( <i>Final Product Revision</i> ).....	37
3.2.10.	Tahap Diseminasi dan Implementasi ( <i>Dissemination and Implementation</i> ) .....	37
3.3.	Tempat, Waktu, Subjek dan Objek Penelitian .....	37
3.4.	Definisi Konseptual .....	37
3.5.	Definisi Operasional .....	38
3.6.	Instrumen.....	39
3.6.1.	Instrumen Ahli Media.....	40
3.6.2.	Instrumen Ahli Materi .....	40
3.6.3.	Instrumen Kepraktisan Produk.....	41
3.6.4.	Instrumen Uji Efektivitas Produk.....	42
3.7.	Teknik Pengumpulan Data .....	43
3.7.1.	Angket .....	43
3.7.2.	Tes .....	43
3.8.	Teknik Analisis Data .....	44
3.8.1.	Uji Validitas .....	44
3.8.2.	Uji Reliabilitas .....	44
3.8.3.	Analisis Validasi Produk .....	45
3.8.4.	Analisis Data Kepraktisan Produk .....	46
3.8.5.	Analisis Data Efektivitas Keterampilan Siswa .....	47
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>49</b>
4.1.	Hasil .....	49

4.1.1.	Hasil Pengembangan <i>E-learning</i> Interaktif dengan Fitur Ujian <i>Online</i> .....	49
4.1.2.	Hasil Uji Kelayakan <i>E-learning</i> Interaktif .....	59
4.1.3.	Hasil Uji Efektivitas <i>E-learning</i> Interaktif dalam Meningkatkan Keterampilan Siswa.....	64
4.1.4.	Hasil Analisis Tingkat Keterlibatan Siswa dalam Penggunaan <i>E-learning</i> .....	65
4.2.	Pembahasan.....	70
4.2.1.	Pengembangan <i>E-learning</i> Interaktif dengan Fitur Ujian <i>Online</i> ....	70
4.2.2.	Kelayakan <i>E-learning</i> Interaktif dalam Meningkatkan Keterampilan Siswa.....	72
4.2.3.	Efektivitas <i>E-learning</i> Interaktif dalam Meningkatkan Keterampilan Siswa.....	73
4.2.4.	Tingkat Keterlibatan Siswa dalam Pembelajaran .....	74
4.3.	Keterbatasan Penelitian.....	75
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>77</b>
5.1.	Kesimpulan.....	77
5.2.	Saran .....	77
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>79</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>84</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Analisis Keterampilan Siswa Materi Jaringan Komputer dan Internet .....	2
2. Indikator Materi Jaringan Komputer dan Internet .....	27
3. Penelitian yang Relevan.....	30
4. Definisi Operasional .....	37
5. Definisi Operasional .....	38
6. Kisi-kisi Angket Penilaian Ahli Media.....	40
7. Kisi-kisi Angket Penilaian Ahli Materi .....	41
8. Kisi-kisi Angket Penilaian Respon Siswa.....	41
9. Kisi-kisi Instrumen Penilaian Membuat Jaringan Komputer dan Internet ..	42
10. Pedoman Penskoran.....	43
11. Hasil Validitas Instrumen Uji Efektivitas Produk .....	44
12. Kriteria Koefisien Korelasi .....	45
13. Kriteria Koefisien Korelasi .....	45
14. Kategori Skor .....	45
15. Kriteria Skala Rating Skor .....	46
16. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk.....	46
17. Kriteria Kepraktisan Produk.....	46
18. Klasifikasi Nilai Rata-rata N-Gain .....	47
19. Tafsiran Efektivitas N-Gain .....	47
20. <i>Storyboard E-learning</i> .....	52
21. Tampilan Produk <i>E-learning</i> .....	55
22. Hasil Uji Ahli Media.....	59
23. Hasil Uji Ahli Materi .....	61

24.	Hasil <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan N-Gain Kelas Eksperimen .....	64
25.	Hasil Uji Kepraktisan.....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>E-learning Moodle</i> .....	15
2. Kerangka Pikir.....	32
3. Langkah RnD menurut <i>Borg and Gall</i> .....	34
4. Kegiatan Diseminasi LMS Mulatu .....	68
5. Sertifikat Penghargaan Siswa Setelah Mengikuti Pembelajaran <i>E-learning</i> pada Materi Jaringan Komputer dan Internet.....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kisi-kisi Instrumen Penilaian Validitas Ahli Media.....	85
2. Kisi-kisi Instrumen Penilaian Validitas Ahli Materi .....	87
3. Kisi-kisi Instrumen Penilaian Kepraktisan Respon Siswa .....	89
4. Identifikasi Kompetensi Capaian Pembelajaran.....	91
5. Instrumen Penilaian Efektivitas Produk.....	100
6. Instrumen Penilaian Efektivitas Produk.....	111
7. Instrumen Penilaian Validitas Ahli Media .....	115
8. Instrumen Penilaian Validitas Ahli Materi .....	117
9. Instrumen Penilaian Kepraktisan Respon Siswa .....	120
10. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes Efektivitas Produk.....	123
11. Formulir Hasil Penilaian Ahli Media.....	125
12. Rekapitulasi Penilaian Ahli Media .....	137
13. Formulir Hasil Penilaian Ahli Materi .....	139
14. Rekapitulasi Penilaian Ahli Materi.....	154
15. Rekapitulasi Hasil Uji Efektivitas .....	157
16. Rekapitulasi Hasil Uji Kepraktisan .....	159
17. Panduan Penggunaan LMS Mulatu (Khusus Guru) .....	162
18. Panduan Penggunaan LMS Mulatu (Siswa).....	170
19. Modul Ajar Siswa .....	178
20. Surat Izin Penelitian.....	193
21. Surat Permohonan Validator .....	195
22. Surat Pencatatan Ciptaan .....	196
23. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian .....	198

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah mempengaruhi berbagai sektor kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Pembelajaran modern tidak lagi terbatas pada ruang dan waktu, melainkan telah mengalami pergeseran paradigma menuju model pembelajaran digital yang lebih fleksibel dan terintegrasi (Sukmawati *et al.*, 2022). Hal ini ditandai oleh meningkatnya penggunaan media berbasis teknologi seperti *e-learning* yang dilakukan secara mandiri, kolaboratif, dan berkelanjutan. Lingkungan pembelajaran berbasis digital menjadi sarana penting dalam menjawab tantangan abad ke-21, terutama dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas (4C) (Hanipah, 2023).

Sejalan dengan kebutuhan tersebut, pemanfaatan teknologi digital seperti *e-learning* menjadi salah satu solusi strategis yang dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran abad ke-21. *E-learning* merupakan pemanfaatan teknologi internet untuk menyampaikan serangkaian solusi yang dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan (Yazdi, 2024). Sedangkan, *e-learning* menjadikan pembelajaran yang lebih aktif dan reflektif karena didukung oleh berbagai fitur interaktif yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik (Casfian *et al.*, 2024).

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), sebagai lembaga pendidikan kejuruan yang berorientasi pada penguasaan keterampilan teknis dan profesional, memerlukan pendekatan pembelajaran yang kontekstual dan berbasis praktik. Pada kompetensi keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), mata pelajaran Jaringan Komputer dan Internet menjadi salah satu mata pelajaran inti yang menuntut penguasaan konsep dan keterampilan teknis yang kuat. Berdasarkan observasi awal di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung, ditemukan beberapa permasalahan dalam proses pembelajaran pada mata pelajaran Jaringan Komputer dan Internet

yaitu penggunaan media pembelajaran masih bersifat konvensional dan berpusat pada guru, seperti penjelasan lisan dan bahan ajar cetak; (2) materi pembelajaran belum tersaji secara digital dan tidak dapat diakses kembali oleh siswa secara mandiri di luar jam pelajaran; (3) kegiatan evaluasi masih dilakukan secara manual, memakan waktu, serta kurang memberikan umpan balik yang cepat dan mendalam kepada siswa; (4) siswa mengalami kesulitan memahami materi jaringan yang bersifat abstrak dan teknis karena kurangnya dukungan media visual dan simulatif; dan (5) minimnya integrasi teknologi dalam proses belajar menyebabkan rendahnya motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran.

Terdapat hasil capaian keterampilan siswa pada mata pelajaran Jaringan Komputer dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung. Analisis ini mencakup lima materi pokok yang sesuai dengan tahapan psikomotorik (P1–P4), yakni identifikasi perangkat jaringan, konfigurasi IP address, perintah dasar jaringan, *troubleshooting* koneksi, dan pengamanan jaringan yang disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Analisis Keterampilan Siswa Materi Jaringan Komputer dan Internet

<b>Materi</b>	<b>Indikator</b>	<b>2023 (%)</b>	<b>2024 (%)</b>	<b>2025 (%)</b>
Identifikasi perangkat jaringan	Menirukan langkah mengidentifikasi dan mengklasifikasikan perangkat jaringan	62,10	58,40	66,25
Konfigurasi IP address	Memanipulasi pengaturan IP <i>address</i> pada perangkat menggunakan <i>software</i> jaringan	47,85	41,10	49,75
Perintah dasar jaringan	Memanipulasi penggunaan perintah dasar jaringan melalui terminal atau CMD	44,25	39,85	47,20
<i>Troubleshooting</i> koneksi jaringan	Mengalami dan menguji prosedur pemecahan masalah koneksi jaringan	34,60	28,95	36,80
Pengamanan jaringan	Mengartikulasikan langkah-langkah konfigurasi keamanan jaringan sederhana	27,75	21,30	29,10

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 1, keterampilan siswa dalam mata pelajaran Jaringan Komputer dan Internet menunjukkan kecenderungan capaian yang relatif mirip antara tahun 2023 dan 2025, dengan penurunan yang cukup signifikan pada tahun 2024. Pada indikator identifikasi perangkat jaringan, capaian siswa sudah cukup tinggi sejak 2023 yaitu sebesar 62,10%, kemudian menurun menjadi 58,40% pada 2024, dan kembali meningkat menjadi 66,25% pada 2025. Hal ini mengindikasikan bahwa keterampilan dasar yang bersifat menirukan atau pengenalan visual relatif lebih mudah dikuasai, meskipun sempat mengalami penurunan pada tahun pertengahan. Pola serupa juga terlihat pada indikator konfigurasi IP address yang mencapai 47,85% pada 2023, menurun ke 41,10% pada 2024, lalu kembali naik menjadi 49,75% pada 2025. Demikian pula pada indikator perintah dasar jaringan, capaian siswa pada 2023 sebesar 44,25% hampir setara dengan capaian tahun 2025 sebesar 47,20%, namun juga mengalami penurunan pada 2024.

Pada indikator yang menuntut keterampilan lebih kompleks, seperti troubleshooting koneksi jaringan dan pengamanan jaringan, pola yang sama juga ditemukan. Keterampilan troubleshooting siswa pada 2023 sebesar 34,60%, turun menjadi 28,95% di 2024, kemudian meningkat kembali ke 36,80% pada 2025. Sementara itu, keterampilan pengamanan jaringan hanya mencapai 27,75% pada 2023, sempat menurun ke 21,30% di 2024, dan kembali meningkat menjadi 29,10% pada 2025. Kedua indikator ini memperlihatkan bahwa aspek teknis yang bersifat aplikatif dan menuntut pengalaman lebih dalam praktik nyata masih menjadi tantangan utama bagi siswa.

Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa capaian keterampilan siswa relatif stabil antara 2023 dan 2025, dengan penurunan sementara pada tahun 2024. Hal ini bisa disebabkan oleh faktor eksternal seperti perubahan metode pembelajaran, keterbatasan sarana praktik, atau kesiapan siswa yang berbeda antar angkatan. Namun, peningkatan kembali pada 2025 membuktikan bahwa dengan strategi pembelajaran yang lebih tepat, seperti praktik berulang, simulasi berbasis kasus nyata, dan pemanfaatan media pembelajaran interaktif, siswa tetap dapat meningkatkan keterampilannya secara bertahap, terutama pada aspek teknis yang lebih kompleks.

Data tersebut mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang selama ini diterapkan belum sepenuhnya mampu membangun keterampilan praktis siswa secara optimal. Pembelajaran masih berfokus pada pengetahuan teoritis dan belum memberi ruang yang cukup untuk eksplorasi, latihan berulang, serta penguatan keterampilan secara kontekstual dan mandiri. Temuan tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran belum sepenuhnya memanfaatkan potensi teknologi digital untuk mendukung pengembangan keterampilan siswa. Padahal, *e-learning* interaktif memiliki potensi besar untuk menjawab tantangan ini. *E-learning* interaktif mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui penyajian konten yang variatif, seperti video, animasi, simulasi, dan kuis interaktif (Marpaung, 2025).

Fitur-fitur tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan memudahkan siswa dalam memahami materi yang kompleks (Sholeh *et al.*, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo & Prapanca (2024) menggunakan metode R&D (4D) menunjukkan bahwa media pembelajaran yang divalidasi sangat baik mampu meningkatkan keterampilan psikomotor siswa. Hasil penelitian ini sangat relevan dengan pengembangan *e-learning* interaktif untuk meningkatkan keterampilan praktis siswa di bidang TIK, karena pembelajaran berbasis media digital mampu membuat siswa berlatih secara mandiri dan menerima umpan balik secara real-time.

Selain itu, Lende *et al.* (2024) yang mengembangkan aplikasi interaktif untuk pembelajaran Komputer dan Jaringan Dasar juga menunjukkan relevansi yang tinggi. Aplikasi tersebut dikembangkan dengan menggunakan metode *Problem-Based Learning* (PBL), yang terbukti meningkatkan pemahaman siswa. Hal ini mendukung gagasan bahwa media interaktif berbasis teknologi dapat membantu siswa memahami materi jaringan komputer yang bersifat teknis. Penelitian Chandrawati *et al.* (2023) mengenai penggunaan *e-learning* berbasis Android mengungkapkan bahwa media interaktif berbasis mobile dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, yang sangat penting dalam pembelajaran di SMK. Penerapan teknologi *mobile* mampu membuat siswa mengakses materi kapan saja dan di mana saja, mendukung pembelajaran mandiri di luar kelas. Ini sangat relevan dengan pengembangan *e-learning* yang dapat diakses melalui berbagai *platform*

digital. Penelitian Pratomo *et al.* (2025), media *e-learning* yang dikembangkan untuk SMK terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa setelah divalidasi oleh ahli materi, desain, dan media. Hal ini menguatkan relevansi pengembangan *e-learning* interaktif yang sesuai dengan kebutuhan SMK, karena media seperti itu bisa meningkatkan kualitas pembelajaran dan mendukung pencapaian kompetensi di bidang teknologi informasi.

Sementara itu, penelitian oleh Ardiansyah (2024) yang menggunakan Edmodo sebagai *platform e-learning* menekankan pentingnya adaptasi teknologi dalam dunia pendidikan kejuruan. Meskipun terdapat tantangan dalam hal akses internet dan perubahan peran guru, penggunaan *platform* digital tetap dianggap efisien dan adaptif, sebagaimana yang perlu diperhatikan dalam pengembangan *e-learning* di SMK. Yaas *et al.* (2022) mengembangkan konten interaktif menggunakan H5P untuk meningkatkan partisipasi siswa dalam menerima materi pembelajaran. Walaupun penelitian ini membahas pentingnya interaktivitas dalam media pembelajaran, belum ada penelitian yang secara khusus mengaitkan penggunaan fitur ujian *online* dalam meningkatkan evaluasi keterampilan siswa pada materi praktis, seperti Jaringan Komputer dan Internet. Penelitian ini berupaya mengisi gap ini dengan mengembangkan *e-learning* yang tidak hanya menyediakan materi interaktif, tetapi juga sistem ujian *online* yang efektif untuk mengukur keterampilan siswa dalam praktik jaringan komputer.

Namun, meskipun banyak penelitian yang telah mengembangkan *e-learning*, terdapat beberapa kesenjangan yang masih perlu ditangani, terutama dalam pendidikan kejuruan di SMK pada materi Jaringan Komputer dan Internet. Berdasarkan tinjauan terhadap penelitian terdahulu, dapat diidentifikasi beberapa gap yang menjadi alasan penting bagi penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo & Prapanca (2024) mengembangkan *e-learning* dengan metode R&D (4D) yang terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan psikomotor siswa. Meskipun demikian, penelitian ini tidak secara khusus memfokuskan pada media interaktif yang mengintegrasikan fitur ujian *online* dalam pembelajaran di SMK. Hal ini menjadi gap yang ingin diisi oleh penelitian ini, dengan tujuan untuk mengembangkan *e-learning* yang tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis

tetapi juga memberikan kemudahan dalam evaluasi keterampilan siswa secara digital dan langsung.

Penelitian Lende *et al.* (2024) menggunakan metode *Problem-Based Learning* (PBL) dengan aplikasi interaktif untuk pembelajaran Komputer dan Jaringan Dasar. Walaupun relevansi penggunaan aplikasi interaktif untuk materi jaringan komputer sangat tinggi, penelitian ini tidak membahas penggunaan teknologi dalam pengelolaan ujian *online* yang efektif. Penelitian ini berfokus pada peningkatan pemahaman siswa melalui metode PBL, namun tidak menyelidiki dampak dari sistem evaluasi berbasis *online* terhadap keterampilan siswa, khususnya dalam bidang TIK. Penelitian ini berupaya menjawab gap tersebut dengan mengembangkan fitur ujian *online* yang dapat mengukur keterampilan siswa dalam praktik jaringan komputer secara lebih efektif. Chandrawati *et al.* (2023) meneliti penggunaan *e-learning* berbasis Android untuk meningkatkan motivasi siswa. Penelitian ini terbukti relevan dalam pengembangan media mobile, namun tidak membahas lebih dalam mengenai efektivitas fitur ujian *online* dan interaktivitas dalam evaluasi hasil belajar. Penelitian ini akan mengisi gap tersebut dengan memberikan kontribusi terhadap pengembangan *e-learning* berbasis mobile yang dilengkapi dengan sistem ujian *online* untuk mengevaluasi keterampilan siswa dalam praktik jaringan komputer.

Penelitian Ardiansyah (2024) yang menggunakan *Edmodo* sebagai *platform e-learning* menjelaskan tantangan dalam implementasi *e-learning* di SMK, terutama terkait dengan akses internet dan perubahan peran guru. Meskipun demikian, penelitian ini lebih fokus pada pemahaman umum tentang *platform e-learning* dan tantangan implementasinya. Penelitian ini berfokus pada pengembangan *e-learning* yang lebih terarah pada peningkatan keterampilan teknis siswa di bidang TIK dengan integrasi fitur ujian *online*, yang belum banyak dibahas dalam penelitian sebelumnya. Yaas *et al.* (2022) mengembangkan konten interaktif menggunakan H5P untuk meningkatkan partisipasi siswa.

Berbagai hasil penelitian tersebut sejalan dengan urgensi transformasi pendidikan di era digital, di mana penerapan teknologi tidak hanya dimaknai sebatas alat bantu pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana untuk menanamkan nilai-nilai humanistik kepada siswa (Rosidin *et al.*, 2024). Walaupun penelitian ini

membahas pentingnya interaktivitas dalam media pembelajaran, belum ada penelitian yang secara khusus mengaitkan penggunaan fitur ujian *online* dalam meningkatkan evaluasi keterampilan siswa pada materi praktis, seperti Jaringan Komputer dan Internet. Penelitian ini berupaya mengisi gap ini dengan mengembangkan *e-learning* yang tidak hanya menyediakan materi interaktif, tetapi juga sistem ujian *online* yang efektif untuk mengukur keterampilan siswa dalam praktik jaringan komputer.

Berdasarkan uraian tersebut, meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan media *e-learning* dalam pendidikan kejuruan, masih terdapat kesenjangan dalam pengembangan *e-learning* yang secara langsung mengintegrasikan fitur evaluasi berbasis ujian *online* untuk meningkatkan keterampilan membuat jaringan komputer dan internet. Selama ini, sebagian besar media pembelajaran hanya menitikberatkan pada penyampaian materi secara interaktif tanpa didukung oleh sistem evaluasi digital yang mampu mengukur penguasaan keterampilan secara terstruktur dan menyeluruh. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang digunakan belum sepenuhnya menjawab kebutuhan pembelajaran praktik yang bersifat teknis dan aplikatif.

Oleh karena itu, pengembangan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* menjadi penting untuk diterapkan guna meningkatkan keterampilan membuat jaringan komputer dan internet melalui proses pembelajaran yang lebih menyeluruh dan terukur. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan media pembelajaran digital yang tidak hanya mendukung penguasaan konsep, tetapi juga memberikan ruang bagi siswa untuk berlatih dan menguji keterampilannya secara mandiri. Hasil pengembangan ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran di SMK dan menjadi acuan dalam pengembangan model pembelajaran berbasis TIK yang relevan dengan kebutuhan dunia pendidikan dan industri.

## 1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, penulis mengidentifikasi masalah penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Pembelajaran di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung pada mata pelajaran Jaringan Komputer dan Internet masih mengandalkan media pembelajaran konvensional, seperti penjelasan lisan dan bahan ajar cetak, yang kurang mendukung pengembangan keterampilan teknis siswa secara maksimal.
2. Siswa belum memiliki akses yang cukup terhadap materi pembelajaran di luar jam pelajaran, yang menghambat pembelajaran mandiri dan keterlibatan mereka dalam proses belajar.
3. Proses evaluasi masih dilakukan secara manual dan memakan waktu, serta kurang memberikan umpan balik yang cepat dan akurat terhadap kemampuan siswa dalam menguasai materi Jaringan Komputer dan Internet.
4. Materi Jaringan Komputer dan Internet yang bersifat abstrak dan teknis masih sulit dipahami oleh sebagian besar siswa, terutama yang tidak mendapatkan dukungan media pembelajaran yang lebih visual dan interaktif.
5. Minimnya penggunaan teknologi dalam pembelajaran mengakibatkan rendahnya motivasi siswa untuk terlibat lebih aktif dalam pembelajaran dan mengasah keterampilan praktis mereka di bidang TIK.
6. Penelitian terdahulu lebih banyak mengembangkan *e-learning* berbasis media interaktif, namun tidak ada penelitian yang secara khusus mengembangkan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* yang dapat mengukur keterampilan praktis siswa dalam materi Jaringan Komputer dan Internet.
7. Meskipun banyak penelitian yang membahas penggunaan *e-learning* dalam pendidikan kejuruan, belum ada penelitian yang mengintegrasikan fitur ujian *online* secara efektif untuk mengukur kemampuan praktis siswa dalam bidang Jaringan Komputer dan Internet.

### 1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan tujuan penelitian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* pada materi Jaringan Komputer dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung?
2. Bagaimana kelayakan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* yang dikembangkan ditinjau dari aspek validitas dan kepraktisan?
3. Bagaimana efektivitas *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* dalam meningkatkan keterampilan siswa pada materi Jaringan Komputer dan Internet?
4. Bagaimana tingkat keterlibatan siswa dalam penggunaan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* pada materi Jaringan Komputer dan Internet?

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* yang dapat meningkatkan keterampilan siswa pada materi Jaringan Komputer dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung.
2. Mengevaluasi kelayakan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* yang dikembangkan dari segi validitas dan kepraktisan dalam pembelajaran Jaringan Komputer dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung.
3. Menganalisis efektivitas *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* dalam meningkatkan keterampilan siswa pada materi Jaringan Komputer dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung.
4. Menganalisis tingkat keterlibatan siswa dalam *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* dalam meningkatkan keterampilan siswa pada materi Jaringan Komputer dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung.

## 1.5. Manfaat Penelitian

### 1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori-teori tentang *e-learning*, khususnya terkait dengan integrasi fitur ujian *online* dalam pembelajaran Jaringan Komputer dan Internet di pendidikan kejuruan. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan dapat memperkaya literatur mengenai model pembelajaran interaktif berbasis teknologi dan sistem evaluasi yang lebih efektif di SMK. Selain itu, penelitian ini memberikan solusi praktis dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, keterampilan praktis siswa, dan efisiensi evaluasi melalui penggunaan media pembelajaran digital interaktif yang dapat diakses secara fleksibel dan mandiri.

### 2. Manfaat Praktis

#### a. Bagi sekolah

Bagi sekolah, penelitian ini dapat memberikan solusi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas, dengan memperkenalkan metode yang lebih modern dan efisien dalam pengajaran dan evaluasi. *E-learning* interaktif yang dikembangkan dapat meningkatkan partisipasi siswa dalam pembelajaran dan membantu sekolah untuk lebih siap menghadapi tuntutan teknologi di dunia pendidikan. Selain itu, penggunaan fitur ujian *online* dapat mempermudah pengelolaan data evaluasi siswa secara lebih terorganisir dan sistematis.

#### b. Bagi guru

Penelitian ini memberikan manfaat bagi guru dengan menyediakan alternatif media pembelajaran yang lebih efisien dan interaktif. *E-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* menjadikan guru untuk lebih mudah dalam mengelola materi pembelajaran dan evaluasi keterampilan siswa. Selain itu, fitur ujian *online* mempermudah guru dalam memberikan umpan balik yang cepat kepada siswa, sehingga proses pembelajaran dan evaluasi dapat berlangsung lebih efektif dan efisien.

#### c. Bagi siswa

Bagi siswa, penggunaan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* memberikan kemudahan dalam mengakses materi pembelajaran kapan saja

dan di mana saja, sehingga mereka dapat belajar dengan cara yang lebih fleksibel dan sesuai dengan kecepatan mereka. Hal ini juga menjadikan siswa untuk mengasah keterampilan praktis mereka secara lebih mandiri dan terstruktur. Selain itu, ujian *online* yang terintegrasi memberikan pengalaman evaluasi yang lebih transparan dan langsung, membantu siswa untuk mengetahui perkembangan keterampilan mereka.

d. Bagi peneliti lain

Penelitian ini dapat memberikan acuan bagi peneliti lain dalam mengembangkan studi lebih lanjut terkait pengembangan *e-learning* berbasis teknologi, khususnya yang mengintegrasikan fitur ujian *online* dalam pembelajaran praktis di bidang TIK. Hasil penelitian ini bisa menjadi referensi untuk penelitian yang lebih mendalam mengenai efektivitas dan penerapan media digital dalam pendidikan vokasi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *E-learning*

#### 2.1.1. Pengertian *E-learning*

*E-learning* merupakan pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, khususnya internet, sebagai sarana utama dalam menyampaikan materi ajar (Tulung *et al.*, 2025). Konsep ini lahir sebagai jawaban terhadap kebutuhan pembelajaran modern yang lebih fleksibel, efisien, dan dapat diakses kapan saja serta di mana saja (Nurlina *et al.*, 2021). *E-learning* mencakup berbagai bentuk penyampaian materi, mulai dari teks, video, animasi, hingga simulasi interaktif yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan peserta didik. *E-learning* adalah pemanfaatan teknologi internet untuk menyampaikan rangkaian solusi pembelajaran yang bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan (Mahmudi *et al.*, 2025). Definisi ini menunjukkan bahwa *e-learning* tidak hanya berperan sebagai media distribusi informasi, tetapi juga berfungsi sebagai sarana pengembangan kompetensi secara berkelanjutan. Selain itu, Rosenberg menekankan pentingnya aksesibilitas dan kecepatan dalam penyampaian pembelajaran melalui jaringan, sehingga peserta didik dapat belajar dengan ritme yang sesuai dengan kebutuhan mereka masing-masing.

*E-learning* menekankan peran interaksi dan komunikasi dalam lingkungan belajar daring (Endawan & Yati, 2021). *E-learning* menjadikan proses pembelajaran yang melampaui batas ruang dan waktu melalui penggunaan *platform* digital yang terstruktur. Siswa dapat berinteraksi dengan materi, guru, maupun sesama siswa, baik secara sinkron (langsung) maupun asinkron (tidak langsung), yang dapat memperkuat keterlibatan kognitif dan sosial dalam pembelajaran (Fathoni, 2017). *E-learning* sebagai suatu proses yang dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar interaktif dan bermakna (Puteri *et al.*, 2025). Elemen-elemen seperti animasi, narasi, kuis interaktif, dan simulasi dipandang

sangat penting dalam menciptakan *e-learning* yang efektif dan menarik secara visual maupun intelektual.

*E-learning* sebagai bentuk pembelajaran berbasis komputer dan jaringan yang terencana secara sistematis. *E-learning* tidak hanya mencakup penyediaan materi, tetapi juga pengelolaan interaksi peserta didik dengan konten, pendidik, dan sistem (Puspitarini, 2022). *E-learning* yang ideal, setiap komponen dirancang untuk mendukung pencapaian tujuan pembelajaran, termasuk di dalamnya pelatihan keterampilan, penguatan konsep, serta pengembangan sikap yang relevan (Hamzah *et al.*, 2023). Berdasarkan berbagai pandangan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *e-learning* adalah sistem pembelajaran berbasis teknologi digital yang mengandalkan internet dan perangkat elektronik untuk menyampaikan, mengelola, dan mengevaluasi proses belajar mengajar secara fleksibel dan interaktif. *E-learning* tidak hanya memberikan akses terhadap materi pembelajaran, tetapi juga menciptakan ruang interaksi siswa belajar secara aktif, mandiri, dan kolaboratif.

### **2.1.2. *E-learning* Interaktif**

*E-learning* interaktif merupakan bentuk lanjutan dari pembelajaran daring yang tidak hanya menyampaikan materi secara satu arah, tetapi juga terjadinya komunikasi dan respon timbal balik antara siswa dengan materi, siswa dengan guru, maupun antar siswa (Perdana *et al.*, 2024). Tujuan utama dari interaktivitas dalam *e-learning* adalah untuk meningkatkan partisipasi aktif siswa sehingga mereka tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga terlibat secara langsung dalam proses belajar. Interaktivitas ini menjadi ciri penting dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih hidup, menarik, dan bermakna.

Interaktivitas dalam *e-learning* mencakup tiga komponen utama: interaksi siswa dengan konten (*content interactivity*), interaksi dengan instruktur (*instructional interactivity*), dan interaksi dengan sesama peserta didik (*peer interactivity*) (Sinaga & Zainnudin, 2013). Ketiga aspek ini bekerja sama menciptakan suasana belajar yang kolaboratif dan konstruktif. Konten pembelajaran dirancang sedemikian rupa agar dapat memicu respon, refleksi, dan keputusan dari peserta didik, seperti melalui pertanyaan reflektif, kuis interaktif, permainan edukatif, maupun studi kasus.

Salah satu bentuk *e-learning* interaktif yang umum digunakan adalah modul yang mengandung elemen multimedia seperti video interaktif, animasi, simulasi, serta kegiatan evaluatif seperti kuis dan latihan soal dengan umpan balik otomatis. Media ini membuat siswa untuk mengendalikan jalannya proses belajar sesuai dengan kecepatan dan kebutuhan masing-masing. Selain itu, adanya forum diskusi, komentar langsung pada materi, serta fitur obrolan langsung atau video conference membuat *e-learning* menjadi lebih sosial dan komunikatif, menyerupai suasana kelas konvensional yang adaptif terhadap perkembangan teknologi (Rahayu *et al.*, 2024). Interaktivitas dalam *e-learning* memainkan peran kunci dalam menciptakan *sense of presence*, yaitu perasaan bahwa siswa benar-benar hadir dan terlibat dalam pembelajaran, meskipun secara fisik terpisah dari guru dan teman-temannya (Asari *et al.*, 2021). Hal ini penting karena *sense of presence* terbukti mampu meningkatkan motivasi dan konsentrasi belajar, serta mengurangi kejenuhan yang sering muncul pada pembelajaran daring konvensional. Model komunitas pembelajaran daring (*online learning community*), keterlibatan aktif antar peserta menjadi indikator penting dari keberhasilan pembelajaran.

Keunggulan dari *e-learning* interaktif terletak pada fleksibilitas dan kemampuannya menyesuaikan gaya belajar siswa. Pembelajar visual, auditori, maupun kinestetik dapat memperoleh manfaat melalui media yang dirancang sesuai dengan karakteristik mereka. Selain itu, sistem interaktif menjadikan guru mendapatkan umpan balik langsung mengenai pemahaman siswa, sehingga pembelajaran dapat disesuaikan secara real time dan lebih responsif terhadap kebutuhan individu maupun kelompok. Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *e-learning* interaktif adalah sistem pembelajaran berbasis digital yang didesain untuk menciptakan keterlibatan aktif peserta didik melalui berbagai bentuk komunikasi dan respon terhadap materi, guru, dan sesama peserta. Interaktivitas ini menjadikan proses belajar lebih efektif, menarik, dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan kolaborasi, kreativitas, serta pemanfaatan teknologi dalam pendidikan.

### 2.1.3. E-learning Moodle

*Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)* adalah salah satu *platform Learning Management System (LMS)* sumber terbuka (*open source*) yang paling banyak digunakan dalam penyelenggaraan *e-learning* di seluruh dunia (Budhayanti, 2023). *Moodle* dirancang untuk mendukung kegiatan pembelajaran daring dengan menyediakan berbagai fitur yang mendukung proses pengelolaan materi, penilaian, diskusi, kolaborasi, serta pelaporan hasil belajar. Sebagai *platform* yang fleksibel dan dapat disesuaikan, *Moodle* banyak dipilih oleh institusi pendidikan karena dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan kurikulum yang berlaku.

*Moodle* dibangun berdasarkan prinsip pedagogi konstruktivisme sosial, yaitu bahwa pembelajaran terjadi secara aktif melalui proses membangun makna berdasarkan pengalaman dan interaksi sosial (Abidin *et al.*, 2021). *Moodle* bukan hanya alat penyampai materi, tetapi juga ruang digital yang mendorong kolaborasi dan diskusi antar siswa dan guru. Fitur-fitur seperti forum diskusi, kuis interaktif, tugas, serta umpan balik langsung menjadi sarana yang mendukung terbentuknya pengalaman belajar yang bermakna dan berpusat pada siswa. Kelebihan utama dari *Moodle* terletak pada arsitekturnya yang modular dan terbuka. Guru atau administrator dapat menambahkan berbagai jenis aktivitas, mulai dari upload materi, membuat kuis, forum, hingga integrasi dengan plugin pihak ketiga seperti *video conference*, sistem kehadiran, hingga sistem ujian *online*.



**Gambar 1.** *E-learning Moodle*

*Moodle* juga menyediakan sistem manajemen pengguna yang komprehensif, di mana guru dapat mengatur hak akses, melacak perkembangan siswa, dan menyusun jadwal pembelajaran secara sistematis. Selain itu, *Moodle* berlangsung secara sinkron dan asinkron. Pembelajaran sinkron bisa dilakukan melalui integrasi dengan *Zoom*, *BigBlueButton*, atau *Microsoft Teams*, sedangkan pembelajaran asinkron dapat berlangsung melalui materi mandiri dan aktivitas diskusi forum yang dapat diakses kapan saja. *Moodle* juga mendukung berbagai format media pembelajaran seperti PDF, Word, PPT, video, hingga SCORM, yang semakin memperkaya metode penyampaian materi. *Moodle* telah digunakan di berbagai tingkat pendidikan, mulai dari sekolah dasar hingga perguruan tinggi, termasuk dalam pendidikan vokasi di SMK. Hal ini menunjukkan fleksibilitas *Moodle* dalam mengakomodasi berbagai gaya belajar, tujuan kurikulum, dan jenis konten. *Moodle* bersifat *open source* sehingga tidak memerlukan biaya lisensi dan dapat dihosting secara mandiri oleh sekolah, sehingga menjadi solusi ideal untuk institusi yang memiliki keterbatasan anggaran namun tetap ingin menyediakan sistem *e-learning* yang berkualitas.

Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Moodle* adalah *platform LMS open source* yang dirancang untuk mendukung pembelajaran daring secara efektif, fleksibel, dan terstruktur, dengan menyediakan berbagai fitur interaktif yang membuat proses pembelajaran berlangsung secara aktif, kolaboratif, dan berkelanjutan. *Moodle* bukan hanya alat bantu pembelajaran, tetapi juga ruang belajar digital yang lengkap dan dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan pendidikan abad ke-21.

#### **2.1.4. Karakteristik *E-learning Moodle***

*E-learning* berbasis *Moodle* memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari sistem pembelajaran daring lainnya (Priyasmara *et al.*, 2022). Karakteristik ini dirancang untuk mendukung terciptanya lingkungan belajar yang fleksibel, terstruktur, dan interaktif, sesuai dengan prinsip-prinsip pendidikan modern yang menekankan pada keaktifan siswa dalam proses belajar. *Moodle* memberikan kebebasan bagi pengajar untuk merancang konten, mengatur aktivitas pembelajaran, serta melakukan penilaian sesuai dengan tujuan pembelajaran yang

diinginkan. Salah satu karakteristik utama *Moodle* adalah modularitas. Sistem ini menjadikan pengguna menambahkan atau menghapus fitur melalui modul atau *plugin*. Modul ini bisa berupa aktivitas pembelajaran seperti kuis, tugas, forum diskusi, serta sumber belajar seperti dokumen PDF, video, atau presentasi. Fitur ini membuat pengajar merancang kelas yang dinamis dan sesuai kebutuhan siswa, baik dalam pembelajaran individual maupun kolaboratif.

Karakteristik penting lainnya adalah fleksibilitas dan aksesibilitas. *Moodle* dapat diakses kapan saja dan dari mana saja selama terkoneksi dengan internet, baik melalui komputer, tablet, maupun *smartphone*. Fitur ini memberikan keleluasaan kepada siswa untuk mengatur waktu belajarnya secara mandiri, di mana siswa juga harus mengatur waktu praktik dan teori secara seimbang. Aksesibilitas ini juga memfasilitasi pembelajaran inklusif bagi siswa dengan kebutuhan khusus. Selain itu, *Moodle* bersifat *open source*, yang berarti *platform* ini dapat dimodifikasi dan dikembangkan secara bebas tanpa biaya lisensi. Institusi pendidikan, termasuk SMK, dapat menyesuaikan tampilan dan fungsionalitas *Moodle* agar sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Sehingga *Moodle* diadaptasi dengan identitas sekolah dan kurikulum yang digunakan. Penggunaan *Moodle* juga sangat hemat biaya, terutama untuk sekolah yang memiliki keterbatasan anggaran namun ingin mengadopsi teknologi pembelajaran digital.

Karakteristik interaktif juga menjadi nilai unggul *Moodle*. Pengguna dapat berinteraksi melalui forum diskusi, ruang obrolan, kuis interaktif, serta fitur umpan balik otomatis. Interaksi ini mendukung pembelajaran yang lebih aktif, menstimulasi pemikiran kritis, serta mempermudah komunikasi antara siswa dan guru. *Moodle* juga menyediakan fitur pelaporan yang detail dan akurat, menjadikan guru memantau aktivitas siswa, tingkat keaktifan, dan hasil belajar secara berkala. Terakhir, *Moodle* mendukung evaluasi formatif dan sumatif. Guru dapat membuat soal ujian secara *online*, lengkap dengan pengaturan waktu, randomisasi soal, serta umpan balik otomatis. Sehingga, proses evaluasi bisa dilakukan secara objektif, efisien, dan transparan. *Moodle* juga menyediakan fitur bank soal, sehingga guru dapat menyimpan, mengelola, dan memperbarui kumpulan soal yang dapat digunakan dalam berbagai kesempatan.

Berdasarkan uraian di atas, *Moodle* memiliki karakteristik yang sangat mendukung pembelajaran daring yang efektif dan terstruktur. Modularitas, fleksibilitas, aksesibilitas, interaktivitas, serta kemampuan evaluasi yang lengkap menjadikan *Moodle* sebagai *platform* ideal untuk diterapkan dalam pembelajaran SMK, khususnya dalam meningkatkan keterampilan praktis siswa di bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi.

#### **2.1.5. Kelebihan dan Kekurangan *E-learning Moodle***

*Moodle* sebagai *platform* pembelajaran daring memiliki banyak kelebihan yang menjadikannya salah satu LMS paling populer dan banyak digunakan di berbagai institusi pendidikan, termasuk di SMK. Salah satu kelebihan utamanya adalah sifatnya yang *open source*, sehingga dapat digunakan tanpa biaya lisensi dan dapat dikustomisasi sesuai kebutuhan lembaga (Simbolon, 2022). Hal ini memberikan keleluasaan kepada sekolah untuk memodifikasi tampilan, fitur, serta struktur pembelajaran sesuai dengan kurikulum yang diterapkan. Selain itu, *Moodle* menawarkan fitur pembelajaran yang lengkap dan variatif. Pengguna dapat mengunggah berbagai jenis sumber belajar seperti teks, gambar, audio, video, serta menggunakan aktivitas interaktif seperti kuis, forum, tugas, dan polling. *Moodle* juga diintegrasikan dengan berbagai aplikasi pihak ketiga seperti *Zoom*, *Google Meet*, atau *plugin* evaluasi otomatis. Hal ini membuat pengalaman belajar menjadi lebih menarik, terstruktur, dan mudah dikelola oleh guru maupun siswa.

Kemampuan analisis data dan pelaporan juga menjadi salah satu keunggulan *Moodle*. Sistem ini mampu merekam semua aktivitas siswa seperti login, waktu pengerjaan tugas, hasil evaluasi, hingga keikutsertaan dalam diskusi. Laporan tersebut dapat digunakan guru untuk memantau perkembangan belajar siswa secara real-time, mengevaluasi keaktifan mereka, dan memberikan umpan balik yang sesuai. Guru dapat lebih cepat mengidentifikasi siswa yang membutuhkan bantuan tambahan. *Moodle* juga memiliki fleksibilitas waktu dan tempat. Pembelajaran dapat dilakukan secara sinkron maupun asinkron, sehingga sangat membantu siswa SMK yang memiliki praktik lapangan atau kegiatan lainnya. Sistem ini juga sangat mendukung pembelajaran mandiri, yang merupakan keterampilan penting dalam menghadapi dunia kerja yang dinamis dan terus berkembang.

Meski memiliki banyak kelebihan, *Moodle* juga tidak lepas dari kekurangan. Salah satu kekurangannya adalah kompleksitas penggunaan untuk pengguna baru. Antarmuka *Moodle* yang cukup padat dan banyak fitur dapat membingungkan siswa atau guru yang belum familiar dengan *platform* ini. Oleh karena itu, dibutuhkan pelatihan awal bagi pengguna agar dapat memaksimalkan fitur yang ada secara optimal. Kekurangan lainnya adalah ketergantungan pada koneksi internet yang stabil dan perangkat yang memadai. Siswa yang tinggal di daerah dengan akses internet terbatas akan mengalami kesulitan saat mengakses materi atau mengikuti ujian daring. Hal ini berpotensi menimbulkan kesenjangan dalam proses pembelajaran jika tidak diantisipasi dengan solusi seperti penggunaan materi offline atau pendampingan tatap muka terbatas.

Kendala teknis seperti gangguan server, kesalahan dalam pengaturan kursus, dan kebutuhan pengelolaan rutin juga dapat menjadi hambatan dalam pelaksanaan *e-learning* menggunakan *Moodle*. Oleh karena itu, institusi penyelenggara perlu menyiapkan tim teknis yang mampu menangani aspek teknis dan pemeliharaan sistem secara berkelanjutan agar proses pembelajaran tidak terganggu. Dari berbagai uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Moodle* memiliki kelebihan sebagai *platform e-learning* yang fleksibel, lengkap, dan dapat dikustomisasi, namun tetap memerlukan strategi implementasi dan pendampingan yang baik agar kekurangan teknis dan kendala penggunaan dapat diminimalisir. *Moodle* sangat potensial untuk mendukung peningkatan keterampilan siswa melalui pembelajaran daring yang aktif, interaktif, dan terstruktur.

## **2.2. Teori Belajar**

### **2.2.1. Teori Belajar Multimedia**

Teori belajar multimedia dikemukakan oleh Mayer (2003) melalui *Cognitive Theory of Multimedia Learning*. Mayer menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih efektif jika informasi disampaikan melalui saluran visual dan auditori secara bersamaan. Hal ini didasarkan pada prinsip dasar bahwa manusia memiliki dua saluran pemrosesan informasi saluran visual dan auditori yang menjadikan individu untuk memproses informasi lebih baik ketika kedua saluran tersebut digunakan secara optimal. Penggunaan gambar, teks, dan video dalam satu layar atau tampilan

sangat berperan untuk mendukung pemahaman materi. Mayer menyarankan beberapa prinsip dalam penerapan teori multimedia, antara lain multimedia principle, yang menyatakan bahwa menggabungkan gambar dan kata-kata lebih efektif dibandingkan hanya menggunakan kata-kata. Hal ini memberi penjelasan bahwa siswa dapat lebih mudah mengingat dan memahami konsep ketika materi disajikan dalam bentuk multimedia. Dalam *e-learning*, penerapan prinsip ini bisa ditemukan dalam pembuatan materi ajar yang melibatkan video penjelasan, ilustrasi visual, dan animasi, yang sangat bermanfaat dalam mengajarkan konsep-konsep yang kompleks seperti jaringan komputer dan pengaturannya.

Selain prinsip multimedia principle, Mayer juga mengembangkan prinsip *modality principle*, yang menyarankan bahwa lebih baik menggunakan gambar dan penjelasan suara daripada hanya teks dan gambar. Sehingga siswa dapat memahami informasi dengan lebih mendalam dan tidak terbebani oleh banyaknya teks yang harus dibaca. Pada *platform Moodle*, prinsip ini bisa diterapkan dengan menambahkan narasi atau penjelasan audio pada video atau gambar yang sedang ditampilkan, memberikan alternatif cara belajar yang lebih variatif dan menarik. Prinsip-prinsip dari teori multimedia ini tidak hanya mendukung penguatan pemahaman siswa tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif. Integrasi berbagai media dalam *platform* seperti *Moodle*, siswa dapat terlibat dalam pembelajaran yang lebih interaktif, dimana mereka bisa melihat, mendengar, dan berinteraksi langsung dengan materi ajar, sehingga meningkatkan retensi informasi serta mempermudah pemahaman topik-topik yang lebih teknis, seperti konsep-konsep dalam jaringan komputer.

Penerapan teori belajar multimedia sangat mendukung pengembangan *e-learning* interaktif di SMK, khususnya untuk materi jaringan komputer dan internet. Sehingga dengan mengintegrasikan gambar, video, animasi, dan teks, siswa dapat memahami konsep yang lebih abstrak seperti arsitektur jaringan, topologi, dan konfigurasi perangkat keras dengan lebih mudah dan jelas. Sebagai contoh, pada *platform Moodle*, penyajian materi yang menggabungkan visualisasi topologi jaringan bersama penjelasan audio atau video tutorial dapat mempercepat pemahaman siswa. Penggunaan dari prinsip-prinsip Mayer, materi yang lebih interaktif dan variatif akan meningkatkan daya serap siswa, serta mengurangi

kebosanan dalam pembelajaran berbasis teks. Sehingga, pembelajaran jaringan komputer yang berbasis multimedia ini menjadi lebih efektif dalam membangun keterampilan praktis siswa.

### **2.2.2. Teori Belajar Behavioristik**

Teori belajar behavioristik berfokus pada pengaruh stimulus dan respons dalam proses pembelajaran, dengan penekanan pada perubahan perilaku yang dapat diamati sebagai hasil dari penguatan eksternal. Skinner (1958) mengembangkan konsep operant conditioning atau pengondisian operan, yang menekankan pentingnya penguatan positif dan negatif dalam membentuk perilaku. Skinner berpendapat bahwa pembelajaran dapat dipertahankan dengan memberikan penguatan yang tepat setelah siswa menunjukkan respons yang benar. Teori behavioristik diterapkan dengan menggunakan soal latihan dan kuis yang berulang-ulang (Firmansyah & Saepuloh, 2022). Siswa diberikan umpan balik langsung, baik dalam bentuk penguatan positif untuk jawaban yang benar atau petunjuk tambahan untuk jawaban yang salah. *Moodle* menyediakan fitur-fitur yang mampu melakukan umpan balik secara otomatis dan langsung setelah siswa menyelesaikan tugas atau kuis. Hal ini memperkuat proses belajar karena siswa tahu dengan pasti apa yang mereka lakukan dengan benar dan apa yang perlu diperbaiki.

Keuntungan utama dari penerapan teori behavioristik dalam *e-learning* adalah pengulangan yang konsisten, yang sangat efektif dalam membantu siswa membangun keterampilan praktis, terutama dalam materi yang membutuhkan latihan berulang seperti teknik konfigurasi jaringan. Pembelajaran berbasis soal atau kuis di *Moodle*, yang dirancang untuk mengulang-ulang materi inti, dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mengingat dan mengaplikasikan konsep-konsep tersebut secara lebih terstruktur. Meskipun begitu, teori behavioristik memiliki keterbatasan dalam mengembangkan pemikiran kritis siswa atau kemampuan berpikir tingkat tinggi, karena lebih menekankan pada pembelajaran yang terfokus pada pengulangan dan penguatan perilaku. Oleh karena itu, meskipun efektif untuk pembelajaran keterampilan dasar, teori ini perlu dikombinasikan dengan pendekatan lain, seperti konstruktivisme, untuk meningkatkan kualitas pembelajaran secara holistik dan mendalam.

Dalam penelitian ini, teori behavioristik memberikan dasar yang kuat untuk penerapan latihan berulang dan penguatan positif melalui fitur ujian *online* di *platform Moodle*. Ujian atau latihan yang diberikan setelah setiap topik akan memperkuat pemahaman dan keterampilan siswa dalam konfigurasi jaringan. Misalnya, setelah mempelajari teori dasar tentang TCP/IP atau pengaturan router, siswa dapat melakukan latihan yang menantang dengan umpan balik langsung. Teori behavioristik yang berfokus pada penguatan positif setelah respons yang benar dapat meningkatkan keterampilan praktis siswa, seperti troubleshooting jaringan atau penerapan konfigurasi dalam jaringan komputer. Keberhasilan dalam setiap ujian atau latihan akan memberi penguatan positif yang memperkuat kemampuan mereka dalam materi jaringan komputer.

### **2.2.3. Teori Belajar Konstruktivisme**

Teori belajar konstruktivisme mengajarkan bahwa siswa membangun pengetahuan mereka sendiri melalui pengalaman dan interaksi sosial dengan lingkungannya (Vygotsky, 1978). Dalam konstruktivisme, guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan bimbingan, sementara siswa berperan aktif dalam mencari tahu, berinteraksi dengan rekan-rekan mereka, dan menciptakan makna dari pengalaman mereka. Prinsip utama dalam teori ini adalah bahwa belajar harus melibatkan secara nyata dan pengalaman langsung, sehingga siswa dapat memahami konsep-konsep yang mereka pelajari dalam dunia nyata (Bliss *et al.*, 1996). Hal ini dapat diterapkan dengan memberikan tugas berbasis proyek, simulasi, atau kegiatan berbasis masalah (*problem-based learning*) yang dapat membuat siswa mengembangkan pengetahuan mereka melalui pengalaman langsung. Pada pembelajaran jaringan komputer, siswa dapat diberikan tugas untuk merancang topologi jaringan atau menyelesaikan masalah jaringan secara kolaboratif dalam forum diskusi.

Selain itu, Vygotsky menekankan pentingnya zone of proximal development (ZPD), yaitu ruang antara kemampuan siswa untuk menyelesaikan tugas secara mandiri dan kemampuan mereka dengan bimbingan. Dalam *e-learning Moodle*, konsep ini dapat diterapkan dengan memberikan tugas yang sesuai dengan tingkat kemampuan siswa, serta memberikan bantuan atau panduan tambahan melalui fitur

seperti forum diskusi, chat, atau pembimbingan daring, yang mampu berinteraksi dengan pengajaran yang mendalam. Teori konstruktivisme memberikan dasar yang kuat untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan relevan bagi siswa. Keterampilan praktis dan aplikasi dunia nyata sangat penting, penerapan konstruktivisme melalui *Moodle* mampu membuat siswa belajar dengan cara yang lebih praktis dan kolaboratif, dan sesuai dengan tuntutan dunia industri yang terus berkembang.

Teori konstruktivisme sangat relevan untuk penelitian ini karena pembelajaran yang berbasis masalah dan eksplorasi langsung lebih sesuai untuk mengembangkan keterampilan praktis dalam materi jaringan komputer. Dengan menyediakan tugas berbasis proyek atau skenario dunia nyata melalui *platform Moodle*, siswa dapat bekerja secara kolaboratif dan memecahkan masalah praktis yang sering ditemui di dunia industri TIK. Misalnya, mereka dapat diberi tantangan untuk merancang dan mengonfigurasi jaringan komputer yang berfungsi, memecahkan masalah jaringan, atau mengidentifikasi dan mengatasi gangguan dalam jaringan. Dengan cara ini, siswa membangun pengetahuan mereka melalui pengalaman nyata, yang merupakan inti dari teori konstruktivisme yang menekankan pentingnya pembelajaran berbasis pengalaman dan kontekstual.

#### **2.2.4. Teori Belajar Kognitif**

Teori kognitif berfokus pada bagaimana informasi diproses dalam pikiran individu, serta bagaimana pengetahuan disimpan, diorganisasi, dan diambil kembali (Wood *et al.*, 1976). Belajar adalah proses aktif di mana individu mengorganisasi dan mengintegrasikan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah ada dalam struktur kognitif mereka. Gagné bahkan menyusun sebuah model yang membagi proses belajar menjadi sembilan langkah yang dimulai dari perhatian, pengenalan, hingga penerapan pengetahuan (Nurhadi, 2020). Salah satu aspek penting dalam teori kognitif adalah pentingnya pengorganisasian informasi untuk memfasilitasi proses pengambilan keputusan yang lebih efisien dan penguatan memori. Penerapan teori ini bisa dilihat dari pengorganisasian materi pembelajaran yang jelas dan terstruktur. Materi ajar disusun dalam urutan yang logis dan teratur, dimulai dengan konsep dasar dan dilanjutkan dengan topik yang lebih kompleks,

sehingga memudahkan siswa dalam memahami informasi dan membangun pengetahuan secara bertahap.

Materi ajar sebaiknya disajikan dengan cara yang sesuai dengan tahap perkembangan kognitif siswa, di mana informasi disajikan dalam bentuk yang sederhana terlebih dahulu dan kemudian diperkenalkan dengan konsep-konsep yang lebih rumit (Nurhadi, 2020). Hal ini dapat diterapkan dengan memberikan latihan-latihan sederhana di awal setiap modul dan secara progresif meningkatkan tingkat kesulitan. Hal ini membantu siswa memproses informasi dalam jangka panjang dan memperdalam pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran. Pembelajaran dalam *e-learning* tidak hanya berfokus pada penyampaian informasi, tetapi juga pada bagaimana siswa memproses dan menyusun pengetahuan tersebut dalam pikiran mereka. Hal ini penting untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa dalam mata pelajaran teknis, seperti jaringan komputer dan internet, yang membutuhkan pemikiran logis dan sistematis.

Teori kognitif memberikan dasar yang kuat dalam merancang pembelajaran yang terstruktur dan progresif. *E-learning* di *Moodle* dapat disusun secara bertahap, dimulai dengan konsep-konsep dasar tentang jaringan komputer dan dilanjutkan dengan topik yang lebih kompleks seperti pengaturan IP, manajemen bandwidth, atau jaringan berbasis *cloud*. Hal ini akan membantu siswa dalam memproses informasi secara sistematis dan menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah mereka miliki. Selain itu, fitur dalam *Moodle* seperti kuis interaktif dan tugas yang memerlukan pemecahan masalah dapat membantu memperkuat penyimpanan dan pengorganisasian informasi dalam memori jangka panjang siswa. Proses ini dapat membantu siswa untuk membangun pemahaman yang lebih mendalam dan terorganisir, yang sangat penting dalam memahami konsep-konsep teknis dalam materi jaringan komputer.

### **2.3. Keterampilan Siswa dalam Pembelajaran Jaringan Komputer dan Internet**

#### **2.3.1. Pengertian Keterampilan**

Keterampilan mengacu pada kemampuan untuk melaksanakan tugas atau aktivitas tertentu secara efisien dan efektif, yang diperoleh melalui latihan dan pengalaman. Menurut Gagne (1985), keterampilan dibagi menjadi tiga jenis utama:

keterampilan kognitif, keterampilan psikomotor, dan keterampilan afektif. Keterampilan kognitif terkait dengan proses berpikir, analisis, dan pemecahan masalah, sementara keterampilan psikomotor berhubungan dengan kemampuan fisik yang melibatkan koordinasi gerakan tubuh dan pikiran. Keterampilan afektif berhubungan dengan sikap dan perilaku yang mempengaruhi respons seseorang terhadap situasi atau tugas tertentu. Dalam pendidikan vokasi, khususnya pada bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), keterampilan yang dimaksud lebih ditekankan pada kemampuan teknis yang perlu dikuasai untuk bekerja di dunia industri.

Keterampilan ini tidak hanya mencakup penguasaan teori dasar, tetapi juga kemampuan praktis dalam mengatur, mengelola, dan memecahkan masalah terkait dengan jaringan komputer dan internet. Keterampilan yang dimiliki siswa harus melibatkan kemampuan mengonfigurasi perangkat keras, memecahkan masalah pada jaringan, serta memastikan keberlanjutan dan keamanan infrastruktur jaringan. Peningkatan keterampilan ini tidak hanya berfokus pada kemampuan teknis tetapi juga keterampilan dalam menyelesaikan masalah secara mandiri dan bekerja secara tim. Evaluasi yang berkelanjutan dan latihan praktis sangat diperlukan untuk meningkatkan keterampilan siswa, agar mereka dapat mengatasi berbagai tantangan yang ada di dunia kerja nyata. Melalui pengalaman langsung, siswa dapat memperbaiki dan mengasah kemampuan mereka, serta siap menghadapi tuntutan di dunia profesional.

### **2.3.2. Kompetensi dalam Mata Pelajaran Jaringan Komputer dan Internet**

Kompetensi yang perlu dimiliki siswa dalam bidang jaringan komputer dan internet mencakup serangkaian kemampuan teknis yang sangat dibutuhkan dalam pekerjaan. Secara umum, kompetensi ini mencakup pemahaman dan penguasaan dasar-dasar jaringan komputer, protokol jaringan, serta perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung pengelolaan jaringan tersebut. Penguasaan kompetensi ini melibatkan kemampuan untuk menginstal perangkat keras jaringan, mengonfigurasi router dan switch, mengelola alamat IP, serta menangani masalah yang muncul di jaringan.

Kompetensi tersebut juga mencakup kemampuan untuk memahami dan menerapkan prinsip-prinsip dasar tentang pengoperasian sistem komputer dan manajemen jaringan. Hal ini tidak hanya mencakup pemahaman tentang perangkat keras dan perangkat lunak tetapi juga pada praktik pengelolaan jaringan yang efisien, serta penyelesaian masalah yang muncul saat terjadinya gangguan. Seiring dengan perkembangan teknologi, kompetensi dalam dunia jaringan komputer juga mencakup keterampilan dalam mengelola sistem jaringan berbasis *cloud* atau menggunakan perangkat lunak manajemen jaringan yang lebih canggih.

Proses pengembangan kompetensi ini tidak hanya melibatkan pengetahuan teoritis tetapi juga praktik langsung yang dapat membantu siswa memahami bagaimana cara mengonfigurasi jaringan, memecahkan masalah, dan melakukan pemeliharaan pada sistem jaringan yang ada. Pembelajaran berbasis simulasi atau proyek juga memberikan siswa pengalaman langsung dalam merancang dan mengelola infrastruktur jaringan, yang sangat relevan dengan kebutuhan industri. Peningkatan kompetensi ini juga melibatkan evaluasi dan pengembangan berkelanjutan, di mana siswa diberi kesempatan untuk terus memperdalam pengetahuan dan keterampilan mereka terkait teknologi terbaru dalam dunia jaringan komputer dan internet.

Materi Jaringan Komputer dan Internet merupakan salah satu kompetensi penting yang harus dikuasai oleh siswa pada bidang Teknik Komputer dan Jaringan di SMK. Materi ini mencakup pemahaman mengenai perangkat jaringan, konfigurasi jaringan, penggunaan perintah dasar jaringan, proses pemecahan masalah jaringan, serta pengamanan jaringan. Penguasaan materi tersebut tidak hanya menuntut pemahaman konsep, tetapi juga keterampilan siswa dalam menerapkan dan mempraktikkan pengelolaan jaringan komputer. Dalam penelitian ini, indikator pembelajaran disusun berdasarkan capaian pembelajaran pada kurikulum SMK bidang Teknik Komputer dan Jaringan serta mengacu pada kata kerja operasional dalam Taksonomi Bloom revisi yang dikemukakan oleh Anderson dan Krathwohl. Indikator tersebut digunakan untuk mengukur keterampilan siswa dalam memahami dan menerapkan konsep jaringan komputer dan internet dalam proses pembelajaran. Indikator materi jaringan komputer dan internet yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Indikator Materi Jaringan Komputer dan Internet

<b>Materi</b>	<b>Indikator</b>
Identifikasi perangkat jaringan	Menirukan langkah mengidentifikasi dan mengklasifikasikan perangkat jaringan
Konfigurasi IP address	Memanipulasi pengaturan IP address pada perangkat menggunakan <i>software</i> jaringan
Perintah dasar jaringan	Memanipulasi penggunaan perintah dasar jaringan melalui terminal atau <i>Command Prompt</i> (CMD)
Troubleshooting koneksi jaringan	Mengalami dan menguji prosedur pemecahan masalah koneksi jaringan
Pengamanan jaringan	Mengartikulasikan langkah-langkah konfigurasi keamanan jaringan sederhana

(Suhada *et al.*, 2025)

### 2.3.3. Peran Media Interaktif dalam Meningkatkan Keterampilan

Media interaktif memiliki peran yang signifikan dalam mengembangkan keterampilan siswa, terutama di bidang jaringan komputer dan internet. Media interaktif, seperti simulasi jaringan, video tutorial dan ujian *online*. Siswa untuk mengembangkan keterampilan praktis dan menerapkan pengetahuan mereka dalam situasi yang mirip dengan dunia kerja. Menurut Ardiansyah (2024), penggunaan media interaktif dapat meningkatkan motivasi siswa serta membantu mereka berpartisipasi lebih aktif dalam proses belajar. Media yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja memberikan fleksibilitas kepada siswa untuk belajar sesuai dengan kemampuan mereka. Salah satu keuntungan utama media interaktif adalah kemampuan untuk memberikan umpan balik secara langsung. *Platform* seperti *Moodle* menyediakan kuis atau simulasi yang mampu membuat siswa untuk menguji kemampuan mereka dalam situasi nyata dan segera mengetahui apakah mereka memahami materi yang telah dipelajari. Hal ini memberi mereka kesempatan untuk memperbaiki kesalahan mereka dan memperkuat pemahaman mereka terhadap materi. Media interaktif juga dapat membuat pembelajaran lebih fleksibel dan dapat diakses lebih mudah oleh siswa, sehingga mereka dapat belajar sesuai dengan jadwal mereka masing-masing.

Simulasi jaringan komputer adalah contoh lain dari media interaktif yang dapat memperkaya pengalaman siswa. Dengan menggunakan *platform* seperti *Moodle* atau perangkat lunak simulasi jaringan, siswa dapat merancang dan mengonfigurasi jaringan secara langsung, memecahkan masalah yang muncul, serta

mengelola dan mengawasi kinerja jaringan. Ini memberikan pengalaman langsung yang sangat dibutuhkan dalam mengembangkan keterampilan praktis dalam dunia jaringan komputer. Selain itu, media interaktif lebih terlibat dalam pembelajaran, mengurangi kebosanan, dan meningkatkan antusiasme mereka terhadap materi yang diajarkan. Hasil penelitian Lende *et al.* (2024) menunjukkan bahwa media interaktif mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi, meningkatkan minat mereka, serta mendorong mereka untuk lebih aktif dalam mengerjakan tugas-tugas yang diberikan.

## **2.4. Kelayakan dan Keefektifan *E-learning***

### **2.4.1. Kelayakan Media**

Kelayakan *e-learning* mengacu pada sejauh mana suatu *platform* atau sistem pembelajaran digital dapat diakses, digunakan, dan memberikan manfaat secara maksimal bagi penggunanya. Kelayakan tidak hanya melibatkan aspek teknis seperti fungsionalitas *platform* tetapi juga mencakup aspek validitas, kepraktisan, dan daya tarik bagi pengguna. Menurut Menrisal *et al.* (2022), kelayakan suatu *e-learning* dapat diuji melalui beberapa dimensi, yakni kelayakan materi, kelayakan teknis, dan kelayakan pedagogis. Kelayakan materi melibatkan pemeriksaan apakah konten yang disediakan dalam *e-learning* sesuai dengan tujuan pembelajaran dan relevan dengan kompetensi yang diinginkan. Materi tersebut harus sesuai dengan kebutuhan dan standar yang berlaku di dunia pendidikan atau industri. Kelayakan teknis mengacu pada kemampuan sistem *e-learning* untuk berfungsi dengan baik dalam kondisi yang berbeda, seperti kemampuan akses di berbagai perangkat dan kestabilan *platform*.

Kelayakan pedagogis menyangkut efektivitas strategi pembelajaran yang digunakan dalam *e-learning*, apakah itu dapat memfasilitasi proses belajar dengan baik dan membuat siswa dapat memahami serta menguasai materi yang diajarkan. Uji kelayakan dilakukan dengan mengumpulkan umpan balik dari ahli materi dan pengguna potensial (misalnya, siswa dan guru). Proses validasi ini memastikan bahwa *e-learning* yang dikembangkan memenuhi kriteria kualitas yang tinggi. Validitas ini penting karena menentukan sejauh mana *e-learning* dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang efektif.

#### **2.4.2. Keefektifan Media**

Keefektifan *e-learning* mengacu pada sejauh mana sistem *e-learning* dapat mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan (Supriadi, 2025). Keefektifan *e-learning* dapat diukur dari beberapa aspek, yaitu peningkatan hasil belajar siswa, peningkatan keterlibatan siswa, dan kemampuan untuk mempertahankan hasil belajar dalam jangka panjang. Keefektifan juga dapat dilihat dari sejauh mana *e-learning* mampu menanggapi kebutuhan belajar siswa dan menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan serta produktif. Keefektifan diukur menggunakan metode evaluasi seperti tes pra dan pasca-pembelajaran, observasi, dan survei kepuasan siswa.

## 2.5. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini tersaji pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Penelitian yang Relevan

No.	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan	Persamaan
1	Prasetyo & Prapanca (2024)	Rancang Bangun <i>Project Based Learning</i> Menggunakan <i>Web-Based Learning</i> Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Untuk Meningkatkan Keterampilan Psikomotor Pemrograman Web	Media divalidasi sangat baik (nilai tertinggi 0,93). Uji normalitas menunjukkan data normal (sig. 0,066), uji T menunjukkan pengaruh signifikan terhadap keterampilan psikomotor siswa (sig. 0,000).	Penelitian terdahulu berfokus pada pemrograman web, sedangkan penelitian ini berfokus pada keterampilan membuat jaringan komputer dan internet melalui <i>e-learning</i> interaktif dengan fitur ujian <i>online</i> .	Relevan sebagai acuan pengembangan <i>e-learning</i> interaktif untuk peningkatan keterampilan praktis siswa bidang TIK.
2	Lende <i>et al.</i> (2024)	Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis <i>Problem Based Learning</i> Dasar Pada Kelas X Smk Pancasila Tambolaka	Aplikasi interaktif dikembangkan sesuai kebutuhan pembelajaran Komputer dan Jaringan Dasar.	Penelitian terdahulu menggunakan PBL tanpa ujian <i>online</i> , sedangkan penelitian ini mengintegrasikan fitur ujian <i>online</i> dalam <i>e-learning</i> .	Relevan karena membahas media interaktif untuk materi jaringan, metode PBL meningkatkan pemahaman siswa.
3	Chandrawati <i>et al.</i> (2023)	Pengembangan <i>E-learning</i> Berbasis Media Interaktif Smart Apps Creator terhadap Motivasi Belajar Siswa SMP Empat Lima 2 Kedungpring pada Pelajaran Informatika	Media <i>e-learning</i> berbasis Android menggunakan <i>Smart Apps Creator</i> divalidasi (kelompok kecil 89,4%, lapangan 88,9%), dinyatakan sangat layak diimplementasikan.	Penelitian terdahulu menekankan motivasi belajar berbasis Android, sedangkan penelitian ini menekankan keterampilan jaringan berbasis Moodle.	Relevan sebagai referensi penggunaan media interaktif berbasis mobile dalam pembelajaran Informatika yang dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.
4	Pratomo <i>et al.</i> (2025)	Pengembangan <i>E-learning</i> untuk meningkatkan Pembelajaran Elektrikal Kendaraan Ringan di SMK Negeri 1 Sidoarjo	Media <i>e-learning</i> dikembangkan sesuai kebutuhan SMK, divalidasi oleh ahli materi, desain, dan media; dinyatakan layak dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa.	Penelitian terdahulu diterapkan pada bidang otomotif, sedangkan penelitian ini pada bidang jaringan komputer dan internet.	Relevan karena mengembangkan <i>e-learning</i> kontekstual untuk SMK, menunjukkan efektivitas media digital dalam meningkatkan pemahaman pada materi praktis.
5	Ardiansyah (2024)	Trend Penggunaan <i>E-learning</i> Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Di Riau	Penggunaan Edmodo sebagai <i>platform e-learning</i> dinilai efisien dan adaptif, meskipun terdapat tantangan seperti kebutuhan koneksi internet dan perubahan peran guru.	Penelitian terdahulu bersifat studi tren, sedangkan penelitian ini merupakan penelitian pengembangan produk <i>e-learning</i> .	Relevan untuk memahami tren, tantangan, dan faktor keberhasilan implementasi <i>e-learning</i> di SMK sebagai bahan penguat latar belakang dan urgensi penelitian.
6	Menrisal <i>et al.</i> (2022)	Pengembangan <i>E-learning</i> Menggunakan PHP Native pada SMK Muhammadiyah 1 Padang	<i>E-learning</i> berbasis website menggunakan PHP Native dan MySQL, validasi 82.86%, praktikalitas 93.66%, dan efektivitas 95.60%, dinyatakan sangat layak digunakan.	Penelitian terdahulu menggunakan website PHP Native, sedangkan penelitian ini menggunakan Moodle dengan fitur ujian <i>online</i> .	Relevan karena mengembangkan <i>e-learning</i> berbasis website yang praktis dan efektif, serta dapat diterapkan dalam pendidikan kejuruan di SMK.
7	Yaas <i>et al.</i> (2022)	Meningkatakan Keaktifan Siswa dalam Menerima Materi dengan Memanfaatkan Konten Interaktif H5P	Konten interaktif menggunakan H5P ( <i>Interactive Book</i> dan <i>Interactive Video</i> ) meningkatkan keaktifan siswa dalam menerima materi secara audio-visual, siswa lebih antusias dengan materi berbasis H5P.	Penelitian terdahulu berfokus pada konten H5P, sedangkan penelitian ini mengembangkan <i>e-learning</i> interaktif secara menyeluruh.	Relevan karena menggunakan H5P untuk mengembangkan konten interaktif yang dapat meningkatkan partisipasi siswa, sangat cocok dengan pendekatan pembelajaran berbasis media interaktif di SMK.
8	Yamas <i>et al.</i> (2024)	Pengembangan <i>E-learning</i> Berbasis Telegram pada Materi Jas di SMK Negeri 1 Jabon Sidoarjo	<i>E-learning</i> berbasis Telegram dengan Manybot untuk materi Jas, divalidasi oleh ahli materi (90,05%) dan media (92,5%), dinyatakan sangat layak dan sesuai untuk digunakan.	Penelitian terdahulu berbasis Telegram, sedangkan penelitian ini berbasis LMS Moodle.	Relevan untuk penelitian berbasis media sosial dan aplikasi chatting (Telegram) sebagai sarana pembelajaran interaktif di SMK.
9	Sholeh <i>et al.</i> (2024)	Efektivitas Penggunaan <i>E-learning</i> dalam Pembelajaran Akuntansi di SMK Tulungagung	<i>E-learning</i> memberikan fleksibilitas dalam waktu dan tempat namun terdapat hambatan dalam memahami konsep akuntansi yang kompleks dan disparitas akses teknologi. Dukungan guru dan materi interaktif sangat penting untuk keberhasilan <i>e-learning</i> .	Penelitian terdahulu menilai efektivitas penggunaan, sedangkan penelitian ini menilai kepraktisan dan respon siswa.	Relevan karena membahas penggunaan <i>e-learning</i> dalam pendidikan kejuruan, serta tantangan dan solusi dalam penerapannya di SMK.
10	Priyasmara <i>et al.</i> (2022)	Pengembangan <i>E-learning Moodle</i> Untuk Meningkatkan Kemandirian dan Hasil Belajar Bagi Siswa <i>School From Home</i>	<i>E-learning</i> berbasis Moodle validasi ahli media 92,3%, kelompok kecil 97,9%, efektif meningkatkan kemandirian belajar (26,1%) dan hasil belajar siswa (0,43).	Penelitian terdahulu menekankan kemandirian dan hasil belajar, namun penelitian ini menekankan keterampilan jaringan komputer dan internet.	Relevan karena mengembangkan <i>e-learning</i> berbasis Moodle yang efektif dalam meningkatkan kemandirian dan hasil belajar siswa.

## 2.6. Kerangka Pemikiran

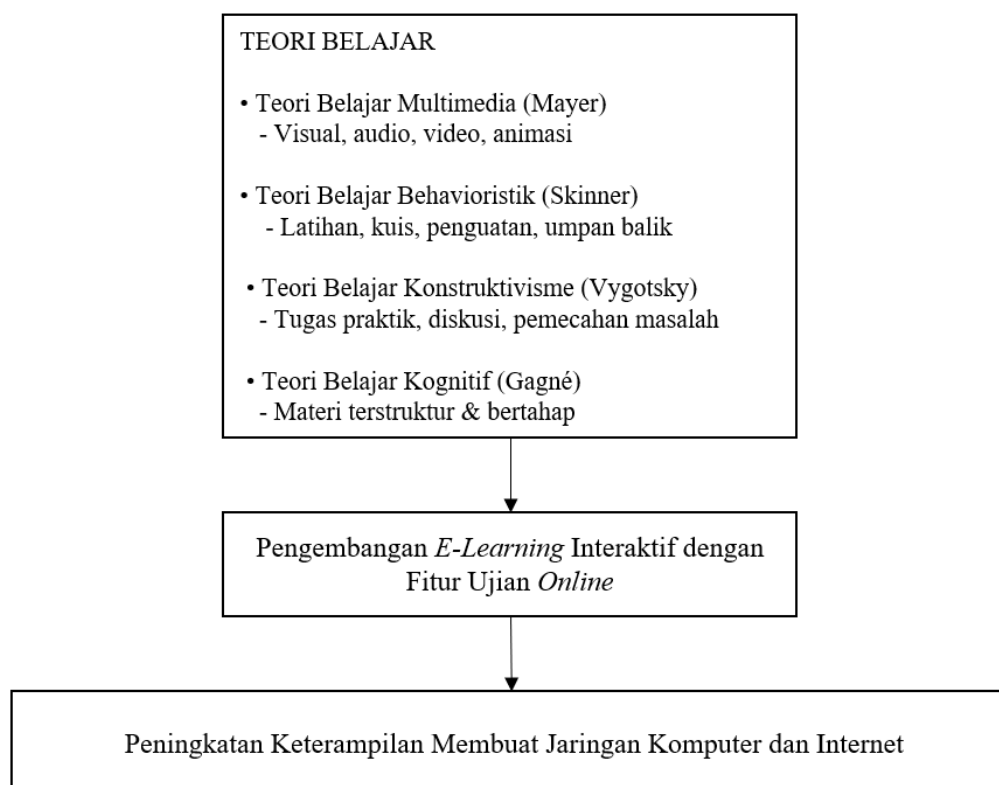
Pembelajaran Jaringan Komputer dan Internet di SMK memegang peranan penting dalam mencetak siswa yang memiliki keterampilan praktis yang siap menghadapi dunia industri. Namun, sering kali pembelajaran yang konvensional tidak cukup efektif dalam membekali siswa dengan keterampilan yang dibutuhkan, terutama dalam aspek praktis yang memerlukan latihan berulang dan simulasi langsung. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan dalam menyediakan fasilitas praktikum yang memadai di sekolah, yang mengakibatkan siswa kesulitan dalam mengembangkan keterampilan teknis mereka. Selain itu, metode pembelajaran yang tradisional cenderung membatasi interaksi siswa dengan materi dan mengurangi kesempatan mereka untuk mengasah keterampilan praktis.

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan mengembangkan media pembelajaran berbasis *e-learning* yang interaktif. Penggunaan *e-learning* berbasis *Moodle* memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar secara mandiri dan fleksibel, maka mereka dapat mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja. *Moodle* sebagai *platform e-learning* menawarkan berbagai fitur interaktif, seperti kuis, forum diskusi, dan tugas berbasis video atau simulasi, yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa. Fitur-fitur ini mampu membuat siswa untuk berlatih secara langsung dengan materi yang relevan dan memperoleh umpan balik secara instan, yang sangat penting dalam proses pembelajaran keterampilan teknis, seperti yang dibutuhkan dalam mata pelajaran Jaringan Komputer dan Internet.

Penerapan *e-learning* interaktif berbasis *Moodle* diharapkan dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam praktik jaringan komputer, mulai dari instalasi perangkat keras, pengaturan konfigurasi jaringan, hingga pemecahan masalah yang sering terjadi dalam dunia kerja. *Moodle* mampu membuat siswa untuk lebih aktif dalam proses belajar, memfasilitasi mereka untuk mengeksplorasi materi lebih dalam dan praktis. Selain itu, *e-learning* berbasis *Moodle* menjadikan siswa untuk bekerja secara mandiri, sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar mereka masing-masing, yang berbeda dengan pembelajaran tatap muka yang cenderung mengikuti ritme guru. Oleh karena itu, dengan menggunakan media interaktif ini, siswa dapat memperoleh keterampilan praktis yang diperlukan tanpa

terikat oleh waktu dan tempat, yang pada gilirannya meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Keefektifan penggunaan *e-learning* berbasis *Moodle* untuk meningkatkan keterampilan praktis siswa akan diukur melalui uji validitas dan kepraktisan, serta dampaknya terhadap hasil belajar siswa. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *e-learning* dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa, yang sangat berpengaruh pada pencapaian keterampilan dalam bidang teknis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi efektivitas *e-learning* berbasis *Moodle* sebagai media pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan praktis siswa dalam mata pelajaran Jaringan Komputer dan Internet. Berdasarkan uraian tersebut, kerangka pemikiran penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.



**Gambar 2.** Kerangka Pikir

## 2.7. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang akan diuji dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

Hipotesis Nol ( $H_0$ ):

Penggunaan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* tidak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan membuat jaringan komputer dan internet pada siswa SMK.

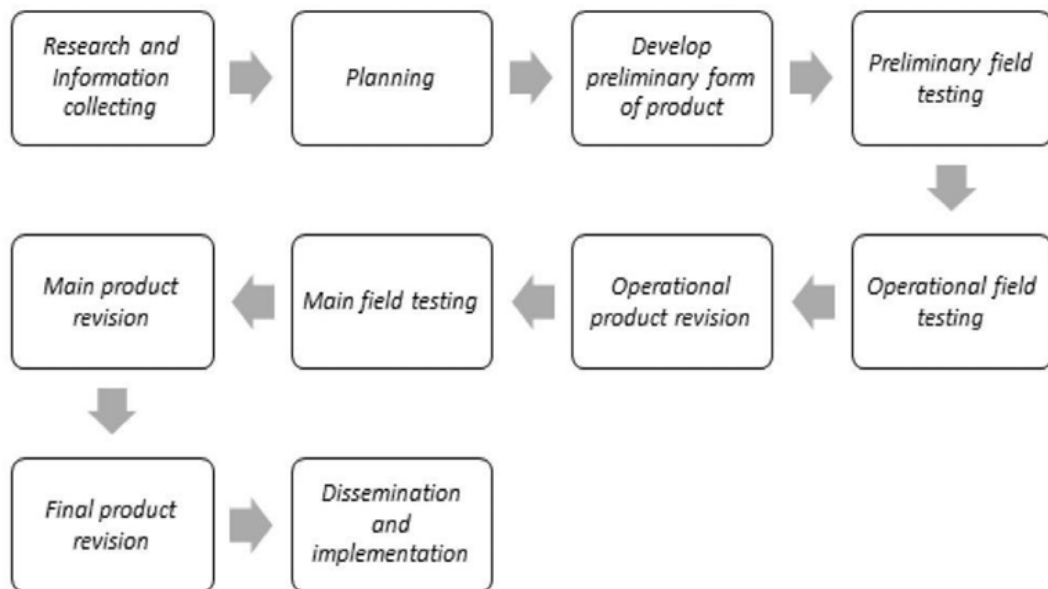
Hipotesis Alternatif ( $H_1$ ):

Penggunaan *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan membuat jaringan komputer dan internet pada siswa SMK.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Model Penelitian dan Pengembangan

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D). Penelitian pengembangan merupakan suatu proses atau langkah-langkah sistematis yang bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Jenis penelitian ini dipilih karena memiliki karakteristik yang sesuai dengan tujuan utama penelitian, yaitu menciptakan suatu produk baru yang dapat digunakan sebagai solusi dari permasalahan dalam proses pembelajaran. Penelitian ini digunakan pendekatan model pengembangan dari Borg & Gall (2007), yang mencakup sepuluh langkah sistematis yang dapat digunakan untuk merancang, menguji, merevisi, hingga menyebarluaskan suatu produk pendidikan. Langkah pengembangan dari *Borg and Gall* tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Langkah RnD menurut *Borg and Gall*

## **3.2. Prosedur Penelitian dan pengembangan**

### **3.2.1. Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi Awal (*Research and Information Collecting*)**

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi secara mendalam kebutuhan pembelajaran, kesulitan yang dihadapi siswa, serta karakteristik pengguna akhir dari media yang akan dikembangkan. Peneliti melakukan serangkaian kegiatan seperti studi literatur terhadap teori-teori pembelajaran dan teknologi pendidikan, observasi proses pembelajaran di kelas, wawancara dengan guru mata pelajaran jaringan komputer dan internet, serta penyebaran angket kepada siswa untuk mengetahui pengalaman dan harapan mereka terhadap media pembelajaran. Informasi yang diperoleh digunakan sebagai dasar untuk merancang media *e-learning* yang relevan dan kontekstual.

### **3.2.2. Tahap Perencanaan (*Planning*)**

Setelah memperoleh informasi dari tahap sebelumnya, peneliti menyusun rencana pengembangan secara sistematis. Perencanaan ini meliputi perumusan tujuan pembelajaran, penjabaran kompetensi dasar dan indikator pencapaian, pemetaan materi ajar, perancangan tampilan dan navigasi media, serta strategi penyampaian konten dan *storyboard*.

### **3.2.3. Tahap Pengembangan Bentuk Awal Produk (*Develop Preliminary Form of Product*)**

Pada tahap ini, peneliti mulai membangun prototipe awal media *e-learning* interaktif. Prototipe ini memuat materi pembelajaran jaringan komputer dan internet dalam bentuk teks, gambar, video, dan animasi interaktif. Selain itu, dikembangkan juga fitur ujian *online* yang menjadikan siswa mengerjakan soal secara langsung di dalam media dan mendapatkan umpan balik otomatis. Produk awal ini dirancang agar dapat diakses dengan mudah oleh siswa SMK menggunakan perangkat komputer atau *smartphone*.

### **3.2.4. Tahap Uji Coba Lapangan Awal (*Preliminary Field Testing*)**

Prototipe awal yang telah dikembangkan kemudian diuji coba pada kelompok kecil siswa untuk melihat keefektifan, kemudahan penggunaan, dan daya tarik

media. Penilaian dilakukan dengan menggunakan instrumen berupa angket dan lembar observasi, serta validasi dari para ahli (materi, media, dan bahasa). Umpan balik yang diperoleh dari siswa dan para ahli menjadi dasar bagi revisi produk.

### **3.2.5. Tahap Revisi Produk Awal (*Main Product Revision*)**

Masukan dari tahap uji coba awal dianalisis secara mendalam untuk memperbaiki berbagai aspek dalam media. Revisi dilakukan pada konten pembelajaran, tampilan grafis, navigasi, serta fitur ujian *online* agar lebih interaktif dan mudah digunakan. Revisi ini penting untuk meningkatkan kualitas media sebelum digunakan secara lebih luas.

### **3.2.6. Tahap Uji Coba Lapangan Utama (*Main Field Testing*)**

Produk hasil revisi kemudian diuji coba kembali pada kelompok siswa yang lebih besar. Tujuannya adalah untuk mengetahui sejauh mana media yang dikembangkan dapat meningkatkan keterampilan siswa. Pada tahap ini dilakukan *pretest* dan *posttest* untuk mengukur peningkatan hasil belajar, serta pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif dari siswa dan guru terkait efektivitas dan kepraktisan media.

### **3.2.7. Tahap Revisi Produk Operasional (*Operational Product Revision*)**

Berdasarkan temuan dari uji coba lapangan utama, dilakukan penyempurnaan akhir terhadap media. Revisi meliputi perbaikan teknis, penyempurnaan fitur interaktif, dan penyesuaian isi agar media semakin relevan dengan kebutuhan siswa dan mudah diimplementasikan di berbagai sekolah.

### **3.2.8. Tahap Uji Coba Lapangan Operasional (*Operational Field Testing*)**

Media yang telah disempurnakan kemudian diuji kembali pada sekolah atau kelas yang berbeda untuk menguji konsistensi efektivitas dan kepraktisan media dalam lingkungan pembelajaran yang lebih bervariasi. Evaluasi dilakukan melalui pengukuran hasil belajar, observasi proses pembelajaran, serta analisis tanggapan siswa dan guru.

### 3.2.9. Tahap Revisi Produk Akhir (*Final Product Revision*)

Tahap ini merupakan tahap akhir revisi berdasarkan hasil uji coba lapangan operasional. Semua masukan dianalisis untuk menghasilkan produk final yang memiliki kualitas tinggi, baik dari segi isi, tampilan, maupun fungsionalitas. Produk akhir ini siap digunakan secara luas dalam pembelajaran.

### 3.2.10. Tahap Diseminasi dan Implementasi (*Dissemination and Implementation*)

Produk final kemudian disebarluaskan kepada guru-guru dan institusi pendidikan melalui seminar, pelatihan, atau *platform* digital. Implementasi media dilakukan dengan pendampingan agar guru dan siswa dapat memanfaatkannya secara optimal. Tujuannya adalah agar media ini dapat memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran di SMK secara berkelanjutan.

## 3.3. Tempat, Waktu, Subjek dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung yang berlokasi di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Pemilihan sekolah ini didasarkan pada ketersediaan fasilitas teknologi informasi yang memadai serta adanya kebutuhan untuk meningkatkan keterampilan peserta didik dalam membuat jaringan komputer dan internet. Penelitian ini dilaksanakan selama Semester Ganjil Tahun Ajaran 2025/2026. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XII jurusan Teknik Komputer dan Jaringan di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung yang berjumlah 61 orang. Sampel dalam penelitian yaitu kelas XII TKJ 1 sebanyak 33 orang.

## 3.4. Definisi Konseptual

Definisi konseptual tersaji pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Definisi Operasional

Konsep	Definisi Konseptual
Pengembangan <i>e-learning</i> interaktif dengan fitur ujian online	Proses perancangan dan pembuatan media pembelajaran berbasis teknologi yang mendukung pembelajaran digital, dilengkapi komponen interaktif seperti penyajian materi, aktivitas pembelajaran, serta fitur evaluasi

Konsep	Definisi Konseptual
	berupa ujian online yang memungkinkan siswa berinteraksi secara aktif dengan materi.
Kelayakan <i>e-learning</i> interaktif	Tingkat kesesuaian media pembelajaran untuk digunakan dalam proses pembelajaran, yang dinilai berdasarkan aspek validitas (kesesuaian isi, tampilan, dan fungsi) serta aspek kepraktisan (kemudahan penggunaan oleh guru dan siswa).
Efektivitas <i>e-learning</i> interaktif	Tingkat keberhasilan media pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan siswa pada materi jaringan komputer dan internet, yang diukur melalui peningkatan hasil belajar berdasarkan perbandingan pretest dan posttest.
Keterlibatan siswa	Tingkat partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran yang mencakup perhatian, interaksi, dan keaktifan, serta terlihat dari aktivitas dalam mengakses materi, berinteraksi dengan fitur, dan mengerjakan evaluasi pada <i>e-learning</i> .

### 3.5. Defisini Operasional

Definisi operasional tersaji pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Definisi Operasional

Konsep	Definisi Operasional dalam Penelitian
Pengembangan <i>E-learning</i> Interaktif dengan Fitur Ujian Online	Pengembangan <i>e-learning</i> interaktif dengan fitur ujian online dalam penelitian ini merupakan proses sistematis dalam merancang dan menghasilkan media pembelajaran berbasis digital pada materi Jaringan Komputer dan Internet. Media yang dikembangkan memuat komponen berupa: (1) materi pembelajaran yang disusun sesuai kompetensi, (2) tampilan visual interaktif (teks, gambar, animasi), (3) sistem navigasi yang memudahkan pengguna, serta (4) fitur evaluasi berupa ujian online yang dapat memberikan umpan balik secara langsung. Proses pengembangan dilakukan melalui tahapan model pengembangan yang meliputi: (a) analisis kebutuhan (identifikasi masalah dan karakteristik siswa), (b) perancangan (penyusunan <i>storyboard</i> , dan desain tampilan), (c) pengembangan (pembuatan media menggunakan platform <i>e-learning</i> ), (d) implementasi (uji coba kepada pengguna), dan (e) evaluasi (perbaikan berdasarkan hasil uji coba).
Kelayakan Produk	Kelayakan <i>e-learning</i> interaktif dalam penelitian ini diukur berdasarkan dua aspek utama, yaitu validitas dan kepraktisan. (1) Validitas diperoleh melalui penilaian

<b>Konsep</b>	<b>Definisi Operasional dalam Penelitian</b>
	oleh ahli (validator) yang terdiri dari ahli materi dan ahli media, dengan indikator meliputi: kesesuaian materi dengan kompetensi, kebenaran konsep, kualitas penyajian, tampilan visual, serta fungsi dan kinerja media. Penilaian menggunakan instrumen lembar validasi dengan skala penilaian tertentu. (2) Kepraktisan diukur melalui angket respon pengguna (guru dan siswa) dengan indikator meliputi kemudahan penggunaan, kejelasan petunjuk, efisiensi waktu penggunaan, serta kenyamanan dalam mengakses dan menggunakan media. Hasil penilaian dikonversi ke dalam kategori kelayakan (sangat layak, layak, cukup, atau tidak layak).
Efektivitas	Efektivitas <i>e-learning</i> interaktif dalam penelitian ini diukur berdasarkan peningkatan hasil belajar siswa pada materi Jaringan Komputer dan Internet. Pengukuran dilakukan melalui tes objektif yang diberikan sebelum pembelajaran ( <i>pretest</i> ) dan setelah pembelajaran ( <i>posttest</i> ). Indikator efektivitas meliputi: (1) peningkatan skor rata-rata hasil belajar, (2) ketuntasan belajar siswa berdasarkan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), dan (3) tingkat peningkatan hasil belajar yang dihitung menggunakan rumus N-Gain. Hasil N-Gain kemudian dikategorikan ke dalam tingkat peningkatan (tinggi, sedang, atau rendah) untuk menentukan tingkat efektivitas media pembelajaran.
Keterlibatan Siswa	Keterlibatan siswa dalam penelitian ini diukur melalui angket keterlibatan siswa selama proses pembelajaran menggunakan <i>e-learning</i> interaktif. Instrumen angket disusun menggunakan skala Likert dan mencakup beberapa indikator, yaitu: (1) perhatian (fokus siswa terhadap materi), (2) partisipasi (keikutsertaan dalam aktivitas pembelajaran), (3) interaksi (keterlibatan siswa dalam menggunakan fitur media seperti navigasi dan evaluasi), dan (4) keaktifan (inisiatif dalam mengerjakan tugas dan evaluasi). Skor hasil angket dianalisis untuk menentukan tingkat keterlibatan siswa dalam kategori sangat tinggi, tinggi, sedang, atau rendah.

### 3.6. Instrumen

Penelitian ini menggunakan berbagai instrumen untuk mengukur keefektifan *e-learning* interaktif berbasis *Moodle* dalam meningkatkan keterampilan siswa SMK pada materi Jaringan Komputer dan Internet. Instrumen yang digunakan meliputi angket validasi oleh ahli media dan ahli materi, angket respon siswa, dan

uji efektivitas produk untuk menilai dampak penggunaan *e-learning* terhadap peningkatan keterampilan siswa.

### 3.6.1. Instrumen Ahli Media

Instrumen ini digunakan untuk menilai kualitas dan kevalidan *e-learning* interaktif tersaji pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Kisi-kisi Angket Penilaian Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	No. Butir
1	Kesesuaian dengan Materi Pembelajaran	Materi dalam <i>e-learning</i> sesuai dengan kompetensi dasar yang ditetapkan	1
		Penyajian materi dalam <i>e-learning</i> bersifat sistematis dan terstruktur	2
		Isi konten dalam <i>e-learning</i> akurat dan mendukung tujuan pembelajaran	3
			4
2	Tampilan dan Kualitas Media	Kualitas tampilan media (gambar, audio, video) dalam <i>e-learning</i> sangat baik	5
		Antarmuka <i>e-learning</i> disajikan secara konsisten dan tidak membingungkan	6
		Konten <i>e-learning</i> dapat diakses dengan baik pada berbagai perangkat	7
			8
3	Desain Visual dan Interaksi	Desain visual <i>e-learning</i> menarik dan sesuai dengan tujuan pembelajaran	9
		Elemen interaktif (kuis, tombol navigasi, umpan balik) berfungsi secara optimal	10
		Navigasi antar halaman atau modul mudah dilakukan oleh pengguna	11
4	Kemudahan Penggunaan	Navigasi dalam <i>e-learning</i> mudah dipahami oleh pengguna	12
		Petunjuk penggunaan tersedia dan dapat dipahami dengan jelas	13
		Proses akses dan penggunaan <i>e-learning</i> berbasis Moodle tidak menyulitkan pengguna	14
		Jumlah	14

Sumber: Prasetyo & Prapanca (2024)

### 3.6.2. Instrumen Ahli Materi

Instrumen ini berfungsi untuk menilai kesesuaian isi *e-learning* interaktif dengan kurikulum dan kompetensi dasar tersaji pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Kisi-kisi Angket Penilaian Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	No. Butir
1	Kualitas Isi dan Tujuan Pembelajaran	Materi <i>e-learning</i> sesuai dengan kompetensi inti dan dasar yang berlaku	1
		Materi mendukung pencapaian tujuan pembelajaran yang ditetapkan	2
		Isi materi <i>e-learning</i> disusun secara logis dan runtut	3
			4
			5
			6
		Informasi dalam <i>e-learning</i> bersifat faktual, relevan, dan terkini	7
		Penyajian materi mencakup konsep penting yang sesuai dengan standar kurikulum	8
			9
			10
2	Aspek Instruksional	Materi disajikan dengan metode yang memudahkan pemahaman konsep oleh peserta didik	11
		<i>E-learning</i> memberikan stimulus pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif siswa	12
		Instruksi pembelajaran disusun jelas dan mudah dipahami	13
			14
		Penugasan atau latihan mendukung penguatan materi yang telah dipelajari	15
			16
		<i>E-learning</i> menyediakan umpan balik terhadap kegiatan pembelajaran siswa	17
			18
			19
			20
	Jumlah	20	

Sumber: Priyasmara *et al.* (2022)

### 3.6.3. Instrumen Kepraktisan Produk

Kisi-kisi angket kepraktisan respon siswa tersaji pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Kisi-kisi Angket Penilaian Respon Siswa

No	Aspek	Indikator	No. Butir
1	Kepuasan Pengguna	Siswa merasa puas menggunakan <i>e-learning</i> interaktif	1
		Teks dalam <i>e-learning</i> mudah dibaca	2
		Tampilan visual (warna, layout) menarik dan nyaman dipandang	3
		Gambar atau ilustrasi pendukung sesuai dan menarik	4
		Navigasi dan fitur mudah digunakan dan dipahami	5
			6
			7
		Bahasa yang digunakan dalam <i>e-learning</i> mudah dipahami	8
2	Kegunaan Media	<i>E-learning</i> membantu siswa memahami materi jaringan komputer dan internet	9
		<i>E-learning</i> berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran yang efektif	10
			11

No	Aspek	Indikator	No. Butir
		Materi sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di SMK	12
		<i>E-learning</i> mendukung keterampilan membuat jaringan komputer dan internet	13
3	Kemudahan Penggunaan	<i>E-learning</i> mudah digunakan secara mandiri	14
		Informasi dalam <i>e-learning</i> disampaikan dengan jelas dan terstruktur	15
		Fitur ujian <i>online</i> mudah digunakan oleh siswa	16
			17
4	Daya Tarik Media	<i>E-learning</i> meningkatkan pemahaman terhadap praktik jaringan komputer	18
		Penjelasan materi mudah diikuti secara bertahap	19
		Media pembelajaran membuat siswa lebih semangat dalam belajar	20
		Jumlah	20

Sumber: Menrisal *et al.* (2022)

### 3.6.4. Instrumen Uji Efektivitas Produk

Instrumen ini digunakan untuk menilai efektivitas media pembelajaran berbasis *e-learning* interaktif yang dilengkapi dengan fitur ujian *online* dalam meningkatkan keterampilan siswa SMK pada materi Jaringan Komputer dan Internet. Instrumen ini dirancang untuk mengukur kemampuan siswa dalam menerapkan konsep serta menganalisis permasalahan jaringan, baik secara teoritis maupun praktis, melalui soal-soal pilihan ganda yang terstruktur. Penyusunan soal mengacu pada aspek keterampilan terapan, meliputi identifikasi perangkat jaringan, konfigurasi IP, penggunaan perintah dasar jaringan, serta analisis kasus troubleshooting dan keamanan jaringan. Instrumen ini dalam bentuk kisi-kisi soal, yang mencakup indikator-indikator pembelajaran tersaji pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Kisi-kisi Instrumen Penilaian Membuat Jaringan Komputer dan Internet

No	Kompetensi Dasar	Indikator Psikomotorik	Level Psikomotorik	Skala Penilaian
1	Mengidentifikasi perangkat jaringan	Siswa menyesuaikan dan mengaktifkan perangkat jaringan dasar	P1 Menirukan	1–4
2	Mengkonfigurasi jaringan sederhana	Siswa memperbaiki dan menempatkan IP address dengan benar dalam jaringan sederhana	P2 Memanipulasi	1–4

No	Kompetensi Dasar	Indikator Psikomotorik	Level Psikomotorik	Skala Penilaian
3	Menggunakan perintah dasar jaringan	Siswa mendemonstrasikan perintah dasar CMD untuk diagnosa koneksi	P2 Memanipulasi	1–4
4	Menganalisis masalah jaringan	Siswa mengoperasikan tools dan memindahkan konfigurasi untuk menyelesaikan permasalahan	P3 Pengalamiahan	1–4
5	Menerapkan keamanan dasar jaringan	Siswa menggunakan fitur pengamanan untuk mengelola akses jaringan	P4 – Artikulasi	1–4
Jumlah				5

Sumber: (Suhada *et al.*, 2025)

### 3.7. Teknik Pengumpulan Data

#### 3.7.1. Angket

Angket digunakan sebagai instrumen untuk mengukur tingkat validitas dan kepraktisan terhadap pengembangan *e-learning* interaktif yang dilengkapi fitur ujian *online*. Skala pengukuran menggunakan model Likert dengan pedoman penskoran tersaji pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Pedoman Penskoran

No.	Jawaban Respon	Skor
1	Sangat Setuju (SS)	5
2	Setuju (S)	4
3	Ragu-ragu (RG)	3
4	Tidak Setuju (TS)	2
5	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

#### 3.7.2. Tes

Tes digunakan untuk mengukur pemahaman dan keterampilan siswa dalam materi Jaringan Komputer dan Internet, baik sebelum maupun sesudah menggunakan media pembelajaran. Instrumen ini terdiri dari soal pilihan ganda yang disusun untuk *pretest* dan *posttest*. *Pretest* diberikan sebelum penggunaan media untuk mengetahui kemampuan awal, sedangkan *posttest* dilakukan setelah proses pembelajaran selesai untuk melihat peningkatan keterampilan siswa dalam aspek teoritis dan praktis.

### 3.8. Teknik Analisis Data

#### 3.8.1. Uji Validitas

Uji validitas dari instrumen tes dapat menggunakan rumus korelasi *product moment* atau dikenal dengan *pearson correlation* sebagai berikut (Sugiono, 2015).

$$r_{xy} = \frac{n\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\}\{n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$$

Keterangan:

- rx<sub>y</sub> = angka indeks korelasi “r” *product moment*
- N = jumlah Individu dalam sampel
- ΣX = jumlah seluruh skor X
- ΣY = jumlah seluruh skor Y
- ΣX<sup>2</sup> = jumlah pengkuadratan skor variabel X
- ΣY<sup>2</sup> = jumlah pengkuadratan skor variabel Y
- ΣXY = product X kali Y

Jika  $r_{hitung} \geq r_{tabel}$  dengan taraf signifikan ( $\alpha = 0,05$ ) maka instrumen tersebut valid, dan jika  $r_{hitung} < r_{tabel}$  dengan  $\alpha = 0,05$  maka koefisien korelasi tersebut tidak valid (Sugiono, 2015). Hasil uji validitas instrumen penilaian uji efektivitas produk tersaji pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Hasil Validitas Instrumen Uji Efektivitas Produk

Nomor	Nilai Korelasi ( $r_{hitung}^g$ )	Interpretasi
1	0,723	Valid dan layak digunakan
2	0,752	Valid dan layak digunakan
3	0,843	Valid dan layak digunakan
4	0,826	Valid dan layak digunakan
5	0,649	Valid dan layak digunakan

Sumber: Data diolah (2026)

Berdasarkan hasil pada Tabel 11, diketahui lima indikator penilaian dinyatakan valid dan layak digunakan.

#### 3.8.2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas adalah indeks yang menunjukkan sejauh mana alat pengukur dapat dipercaya atau dapat diandalkan untuk mengumpulkan data karena instrumen tersebut sudah baik. Reliabilitas diuji menggunakan rumus *Alpha Cronbach*.

Instrumen dianggap reliabel jika memiliki nilai koefisien korelasi sesuai klasifikasi pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Kriteria Koefisien Korelasi

No	Interval Nilai r	Keterangan
1	$0,08 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat tinggi
2	$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
3	$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Cukup
4	$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
5	$\leq 0,20$	Sangat rendah

Sumber: (Arikunto, 2013)

Hasil uji reliabilitas instrumen efektivitas produk tersaji pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Kriteria Koefisien Korelasi

Koefisien Reliabilitas <i>Cronbach's Alpha</i>	Jumlah Butir	Kategori Reliabilitas	Interpretasi
0,814	5	Tinggi	Instrumen reliabel dan layak digunakan

Berdasarkan Tabel 13, hasil uji reliabilitas instrumen sebesar 0,814 pada kategori tinggi, sehingga instrumen tes efektivitas produk memiliki konsistensi yang baik dan layak digunakan dalam penelitian.

### 3.8.3. Analisis Validasi Produk

Validasi media pembelajaran dilakukan oleh ahli materi dan ahli media. Data hasil validasi dianalisis menggunakan persentase dan diklasifikasikan ke dalam kategori pada Tabel 14.

**Tabel 14.** Kategori Skor

Kategori	Skor
Sangat Tinggi	5
Tinggi	4
Cukup Tinggi	3
Kurang	2
Rendah	1

Perhitungan hasil validasi dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Persentase validasi} = \frac{\text{Jumlah keseluruhan jawaban responden}}{\text{Jumlah skor ideal}} \times 100\%$$

Nilai persentase validasi kemudian dikategorikan berdasarkan skala interval kuantitatif yang tersaji pada Tabel 15.

**Tabel 15.** Kriteria Skala Rating Skor

Interval (%)	Kategori
81 - 100	Sangat Tinggi / Sangat Layak
61 - 80	Tinggi / Layak
41 - 60	Cukup / Cukup Layak
21 - 40	Kurang / Kurang Layak
0 - 20	Rendah / Tidak Layak

### 3.8.4. Analisis Data Kepraktisan Produk

Analisis kepraktisan produk diperoleh dari hasil angket yang diberikan kepada siswa terkait penggunaan *e-learning* interaktif yang dilengkapi fitur ujian *online*. Penilaian dilakukan dengan skala Likert 1–4 tersaji pada Tabel 16.

**Tabel 16.** Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk

Kategori	Skor
Sangat Tinggi	5
Tinggi	4
Cukup Tinggi	3
Kurang	2
Rendah	1

Kepraktisan media yang dihasilkan dapat dilihat dengan analisis skor berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Skor penilaian} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Setelah data kuantitatif diperoleh, hasil tersebut diubah menjadi data kualitatif untuk mengetahui tingkat kepraktisan dengan kriteria ditampilkan pada Tabel 17.

**Tabel 17.** Kriteria Kepraktisan Produk

Persentase Skor (%)	Tingkat Validitas
0 - 20	Kepraktisan sangat rendah
>20 - 40	Kepraktisan rendah
>40 - 60	Kepraktisan sedang
>60 - 80	Kepraktisan tinggi
>80 - 100	Kepraktisan sangat tinggi

Produk dikatakan praktis apabila memperoleh nilai minimal pada rentang persentase >40% hingga 60%.

### 3.8.5. Analisis Data Efektivitas Keterampilan Siswa

Efektivitas penggunaan media *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* diukur melalui perbandingan antara hasil *pretest* dan *posttest*. *Pretest* diberikan sebelum siswa mengikuti pembelajaran, sedangkan *posttest* diberikan setelah siswa menyelesaikan pembelajaran menggunakan media yang dikembangkan. Hasil *posttest* dianalisis untuk melihat peningkatan keterampilan siswa dalam materi Jaringan Komputer dan Internet. Sebuah media pembelajaran dikatakan efektif apabila minimal 75% siswa mencapai nilai di atas batas ketuntasan. Penilaian efektivitas dilakukan dengan menggunakan uji N-Gain untuk mengetahui peningkatan hasil belajar. Perhitungan nilai gain dilakukan dengan rumus N-Gain menurut Hake (2002) sebagai berikut.

$$N\ Gain = \frac{Skor\ posttest - Skor\ pretest}{Skor\ ideal - Skor\ pretest}$$

Interpretasi nilai *N-Gain* mengacu pada klasifikasi yang tersaji pada Tabel 18.

**Tabel 18.** Klasifikasi Nilai Rata-rata N-Gain

Rata-rata N-Gain	Kategori
$g \geq 0.70$	Tinggi
$0.30 \leq g < 0.70$	Sedang
$g < 0.30$	Rendah

Sumber: (Arikunto, 2013)

Tingkat efektivitas peningkatan keterampilan dikategorikan tersaji pada Tabel 19.

**Tabel 19.** Tafsiran Efektivitas N-Gain

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

Sumber: (Hake, 2002)

Efektivitas media *e-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* dalam meningkatkan keterampilan siswa ditentukan melalui analisis perbandingan antara skor *pretest* dan *posttest*, yang kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori klasifikasi yang telah ditetapkan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, kesimpulan penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian ini telah berhasil mengembangkan *e-learning* interaktif yang dilengkapi dengan fitur ujian *online* pada materi Jaringan Komputer dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung. *E-learning* yang dikembangkan mampu digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung peningkatan keterampilan siswa dalam pembelajaran praktik jaringan komputer dan internet.
2. *E-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran Jaringan Komputer dan Internet di SMK Muhammadiyah 2 Bandar Lampung berdasarkan hasil evaluasi validitas dan kepraktisan.
3. *E-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan siswa pada materi Jaringan Komputer dan Internet.
4. *E-learning* interaktif dengan fitur ujian *online* menunjukkan tingkat keterlibatan siswa yang tinggi berdasarkan hasil respon siswa yang positif.

### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan serta kesimpulan yang telah diperoleh, maka beberapa saran diajukan sebagai bahan pertimbangan dalam pemanfaatan dan pengembangan *e-learning* interaktif sebagai berikut.

1. Sekolah disarankan untuk mendukung pengembangan dan implementasi *e-learning* interaktif secara berkelanjutan dengan menyediakan infrastruktur

teknologi yang memadai, terutama jaringan internet yang stabil dan perangkat pendukung pembelajaran digital. Selain itu, sekolah perlu memfasilitasi pelatihan bagi guru terkait pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi dan integrasi pembelajaran praktikum berbasis simulasi agar pemanfaatan *e-learning* dapat berjalan optimal dan berkesinambungan.

2. Guru disarankan untuk meningkatkan kompetensi pedagogik digital, khususnya dalam merancang aktivitas pembelajaran berbasis praktik, simulasi, dan studi kasus yang relevan dengan dunia industri jaringan komputer. Guru juga perlu memanfaatkan fitur evaluasi formatif dalam *e-learning* secara maksimal untuk memantau perkembangan keterampilan siswa serta memberikan umpan balik yang konstruktif sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan bermakna.
3. Siswa disarankan untuk memanfaatkan *e-learning* interaktif secara mandiri dan aktif, tidak hanya sebagai media belajar saat pembelajaran berlangsung, tetapi juga sebagai sarana latihan untuk meningkatkan keterampilan praktis dan pemecahan masalah. Siswa juga diharapkan dapat mengembangkan kemandirian belajar, disiplin dalam mengakses materi, serta kemampuan eksplorasi konsep agar kesiapan kerja di bidang jaringan komputer dapat meningkat secara optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, K. R., Astuti, P., Mufidah, Z., & Sukandiarsyah, F. (2021). Edukasi Secara Daring Tentang Pemanfaatan Moodle Untuk Guru Dan Dosen Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Inovasi & Terapan Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 24–28.
- Ardiansyah, M. (2024). Trend Penggunaan *E-learning* Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Di Riau. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 11(2), 357–364.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. BumiAksara.
- Asari, A., Purba, S., & Fitri, R. (2021). *Media Pembelajaran Era Digital*. CV Istana Agency.
- Bliss, J., Askew, M., & Macrae, S. (1996). Effective teaching and learning: Scaffolding revisited. *Oxford Review of Education*, 22(1), 37–61. <https://doi.org/10.1080/0305498960220103>
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (2007). Situated Ethics in Educational Research Society for Educational Studies. *British Journal of Educational Studies*, 49(3), 362–365.
- Budhayanti, C. I. S. (2023). Penggunaan Learning Management System (Lms) Moodle Pada Perkuliahan Pendidikan Matematika Di Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar. *Psiko Edukasi*, 21(1), 50–62. <https://doi.org/10.25170/psikoedukasi.v21i1.4439>
- Casfian, F., Fadhillah, F., Septiaranny, J. W., Nugraha, M. A., & Fuadin, A. (2024). Efektivitas Pembelajaran Berbasis Teori Konstruktivisme Melalui Media *E-learning*. *Pediaqu : Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, 3(2), 636–648. [https://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](https://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%202.pdf)
- Chandrawati, W. M., Rusmawati, R. D., & Harwanto, H. (2023). Pengembangan *E-learning* Berbasis Media Interaktif Smart Apps Creator terhadap Motivasi Belajar Siswa SMP Empat Lima 2 Kedungpring pada Pelajaran Informatika. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(11), 9146–9154. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i11.2941>

- Endawan, A. D., & Yati, D. D. (2021). Analisis Komunikasi Kegiatan Belajar Mengajar Berbasis Daring (*E-learning*). *JIRA: Jurnal Inovasi Dan Riset Akademik*, 2(10), 1407–1420. <https://doi.org/10.47387/jira.v2i10.229>
- Fathoni, A. (2017). *Media dan Pendekatan Pembelajaran di Era Digital* (Vol. 01).
- Firmansyah, D., & Saepuloh, D. (2022). Social Learning Theory: Cognitive and Behavioral Approaches. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Holistik (JIPH)*, 1(3), 297–324. <https://journal.formosapublisher.org/index.php/jiph/index>
- Hake, R. R. (2002). Relationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanics with Gender, High-school Physics, and Pretest Scores on Mathematics and Spatial Visualization. *Physics Education Research Conference*, 8(8), 1–14.
- Hamzah, A. R., Mesra, R., Br Karo, K., Alifah, N., Hartini, A., Gita Prima Agusta, H., Maryati Yusuf, F., Endrawati Subroto, D., Lisarani, V., Ihsan Ramadhani, M., Hajar Larekeng, S., Tunnoor, S., Bayu, R. A., & Pinasti, T. (2023). *Strategi Pembelajaran Abad 21*.
- Hanipah, S. (2023). Analisis Kurikulum Merdeka Belajar Dalam Memfasilitasi Pembelajaran Abad Ke-21 Pada Siswa Menengah Atas. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, 1(2), 264–275. <https://doi.org/10.55606/jubpi.v1i2.1860>
- Lende, M., Ananda P.T. Mara, A., & Permata Ayu, M. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbais Problem Based Learning Dasar Pada Kelas X Smk Pancasila Tambolaka. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(6), 3923–3927. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i6.7861>
- Mahmudi, M. A., Fitri, D. M., Lase, D. C., Saptiany, S. G., Asrul, Nur, M. D. M., & Raini, Y. (2025). Teknologi Pendidikan Teori dan Aplikasi. In *Ekonomi Islam*. Azzia Karya Bersama.
- Marpaung, A. Y. (2025). Peran Media Interaktif dalam Mendukung Efektivitas Pembelajaran Pendidikan Agama Islam di Abad 21. *Jurnal Edukatif*, 3(1), 65–70. <https://ejournal.edutechjaya.com/index.php/edukatif%0APeran>
- Mayer, R. E. (2003). The Promise of Multimedia Learning: Using The Same Instructional Design Methods Across Different Media. *Learning and Instruction*, 23(2), 125–139.
- Menrisal, M., Rezi, F., & Rahmadhani, P. (2022). Pengembangan *E-learning* Menggunakan PHP Native pada SMK Muhammadiyah 1 Padang. *Jurnal Pti (Pendidikan Dan Teknologi Informasi) Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan Universita Putra Indonesia "Yptk" Padang*, 9, 25–30. <https://doi.org/10.35134/jpti.v9i1.106>

- Nurhadi. (2020). Teori Kognitivisme serta Aplikasinya dalam Pembelajaran. *EDISI : Jurnal Edukasi Dan Sains*, 2(1), 77–95.
- Nurlina, N., Nurfaidah, N., & Bahri, A. (2021). Teori Belajar dan Pembelajaran. In *LPP Unismuh Makassar (Lembaga Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar)* (Issue April).
- Perdana, A., Farhana, N. A., Nurmadi, R., Duha, A. N., Pinem, M. Z., & Chairani, T. S. (2024). *PElatihan Pembuatan Dan Penggunaan Aplikasi E-learning Interaktif Berbasis Content*. 8(6), 5–11.
- Prasetyo, M. R., & Prapanca, A. (2024). Rancang Bangun Project Based Learning Menggunakan Web-Based Learning Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Untuk Meningkatkan Keterampilan Psikomotor Pemrograman Web. *IT-Edu : Jurnal Information Technology and Education*, 9(1), 47–54. <https://doi.org/10.26740/it-edu.v9i1.58558>
- Pratomo, H., Sitompul, N. C., & Nurjati, N. (2025). Pengembangan *E-learning* untuk meningkatkan Pembelajaran Elektrikal Kendaraan Ringan di SMK Negeri 1 Sidoarjo. *Journal of Education Action Research*, 0738(1), 139–147.
- Priyasmara, T., Masitoh, S., & Bachri, B. S. (2022). Pengembangan *E-learning* Moodle Untuk Meningkatkan Kemandirian Dan Hasil Belajar Bagi Siswa School From Home. *Educate : Jurnal Teknologi Pendidikan*, 7(2), 229. <https://doi.org/10.32832/educate.v7i2.7794>
- Puspitarini, D. (2022). Blended Learning sebagai Model Pembelajaran Abad 21. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v7i1.307>
- Puteri, A. R., Nasution, W. N., & Nasution, M. I. P. (2025). Integrasi Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pendidikan: Konsep, Perkembangan, dan Inovasi Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Indonesia:Teori, Penelitian Dan Inovasi*, 5(4), 50–55. <https://doi.org/10.59818/jpi.v5i4.1760>
- Rahayu, D. P., Herpratiwi, H., & Firdaus, R. (2024). The Effect of Using Learning Management System Learning Media on Student Independence and Learning Outcomes. *Jurnal Teknologi Pendidikan : Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 9(3), 471. <https://doi.org/10.33394/jtp.v9i3.11820>
- Rosidin, R., Herpratiwi, H., Sutiarso, S., Nurwahidin, M., & Firdaus, R. (2024). Educational Transformation: Technology Axiology and Humanistic Values in Digital Learning. *Jurnal Teknologi Pendidikan : Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 9(1), 61. <https://doi.org/10.33394/jtp.v9i1.9866>

- Sholeh, M. I., Ramadan, M., Mintarsih, M., & Fatinnah, S. (2024). Efektivitas Penggunaan *E-learning* dalam Pembelajaran Akuntansi di SMK Tulungagung. *HATTA: Jurnal Pendidikan Ekonomi Dan Ilmu Ekonomi*, 2(2).
- Simbolon, D. H. (2022). Penerapan Blended Learning Berbasis Moodle Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Pendidikan*, 2(1), 1–5. <https://doi.org/10.25008/jitp.v2i1.20>
- Sinaga, A., & Zainnudin. (2013). Persepsi dan Implementasi Kebijakan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Sebagai Sarana Pembelajaran dan Pengaruhnya Terhadap Peningkatan Kualitas Pendidikan Pada SMA Negeri Kota Pematang Siantar. *Jurnal Administrasi Publik ( Public Administration Journal )*, 3(1), 17–44. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/adminpublik/article/view/192/145>
- Skinner, B. F. (1958). Reinforcement Today. *American Psychologist*, 13(3), 94–99. <https://doi.org/10.1037/h0049039>
- Sugiono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suhada, S., Hermila, A., Mamonto, M., Hadjaratie, L., and Dangkoa, E. V. (2025). Inovasi Pembelajaran Jaringan Komputer Dan Internet Melalui Media Komik Strip. *Education and Information Technologies (EIT)*, 1(2), 36–45.
- Sukmawati, E., Fitriadi, H., Pradana, Y., Trustisari, H., & Wijayanto, P. A. (2022). Digitalisasi Sebagai Pengembangan Model. In *Global Eksekutif Teknologi* (Vol. 6, Issue 2). <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=hx5-EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=teori+gestalt&ots=HtDgCFMqRn&sig=c9EAZ4DE52A2YixeI7xEZDu8zTs>
- Supriadi, P. (2025). Efektifitas Penggunaan *E-learning* dalam Evaluasi Hasil Belajar di Madrasah Aliyah Negeri 1 Pangandaran. *JSTAF*, 04(1), 107–118.
- Tulung, S. S., Sumolangh, M. J. H., & Suawa, P. T. (2025). Strategi Pembelajaran *E-learning*. *Mata Guru: Jurnal Pendidik Dan Tenaga Kependidikan*, 1(2), 37–44.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. *Massachusetts: Harvard University Press*, 1–21.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Yaas, C. L., Sanatang, & Agustush. (2022). Meningkatkan Keaktifan Siswa dalam Menerima Materi dengan Memanfaatkan Konten Interaktif H5P. *Jurnal MediaTIK: Jurnal Media Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 5(2), 5–9.

Yamas, I. M., Arum, I., Rahayu, T., Mayasari, P., & Yuniati, M. (2024). Pengembangan *E-learning* Berbasis Telegram pada Materi Jas di SMK Negeri 1 Jabon Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 2(3).

Yazdi, M. (2024). *E-learning* sebagai Media Pembelajaran Interaktif Berbasis teknologi Informasi. *Jurnal Ilmua Foristek*, 2 (1)(1), 143–152.