

Pengembangan E-Modul Praktikum Routing Statis Dan Dinamis Berbasis Flipbook Di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan

Alfi Fajrin Hasibuan¹, Muhammad Amin Rais²

^{1,2}Universitas Negeri Medan, Indonesia

Email: alfifajrin7@gmail.com; gimirai@yahoo.com

ABSTRAK

Pembelajaran praktikum Administrasi Infrastruktur Jaringan memerlukan panduan yang memungkinkan peserta didik mengulangi langkah konfigurasi secara mandiri. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul praktikum berbasis flipbook HTML5, menentukan kelayakan produk, serta mendeskripsikan peningkatan hasil belajar setelah penggunaannya. Penelitian menggunakan metode penelitian dan pengembangan dengan model ADDIE yang mencakup analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. E-modul memuat empat kegiatan praktikum konfigurasi dan perbaikan routing statis serta dinamis berbasis MikroTik. Penilaian dilakukan oleh ahli materi, bahasa, dan modul; respons pengguna melibatkan 15 peserta didik dan seorang guru. Pengukuran hasil belajar melalui pretest dan posttest melibatkan 30 peserta didik kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan. Hasil validasi materi mencapai 96%, bahasa 88%, dan modul 94%, sedangkan akseptabilitas pengguna mencapai 91%. Rata-rata nilai meningkat dari 51,10 menjadi 90,60, dengan rerata N-gain individual sebesar 0,79 pada kategori tinggi. E-modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat layak dan diikuti peningkatan hasil belajar pada uji coba pembelajaran.

Kata Kunci: administrasi infrastruktur jaringan; e-modul praktikum; flipbook HTML5; routing dinamis; routing statis

ABSTRACT

Practical learning in Network Infrastructure Administration requires structured guidance that allows students to revisit network configuration procedures independently. This study aimed to develop an HTML5 flipbook-based practicum e-module, assess its feasibility, and describe learning achievement gains following its implementation. The research adopted the ADDIE development model, comprising analysis, design, development, implementation, and evaluation. The e-module contains four MikroTik-based practical activities addressing the configuration and troubleshooting of static and dynamic routing. Material, language, and module experts evaluated the product; user acceptance was assessed by 15 students and one teacher. Learning outcomes were examined using pretest and posttest scores from 30 Grade XI Computer and Network Engineering students at SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan. Expert feasibility ratings were 96% for content, 88% for language, and 94% for module quality, while user acceptance reached 91%. Mean achievement increased from 51.10 to 90.60, with a mean individual normalized gain of 0.79, classified as high. The developed e-module met the very feasible criteria and its implementation was accompanied by improved learning outcomes in the classroom trial.

Keywords: network infrastructure administration; practical e-module; HTML5 flipbook; dynamic routing; static routing

Corresponding Author:

Alfi Fajrin Hasibuan,
Universitas Negeri Medan,
Jalan William Iskandar Pasar V, Kenangan Baru, Kecamatan Percut Sei Tuan,
Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, 20221, Indonesia
Email: alfifajrin7@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Pembelajaran kejuruan pada bidang Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) menuntut keterkaitan antara pemahaman konsep, penguasaan prosedur, dan ketepatan pelaksanaan tugas praktikum. Pada mata pelajaran Administrasi Infrastruktur Jaringan, kemampuan tersebut antara lain tercermin dalam pengaturan, pengujian, dan perbaikan konfigurasi routing pada perangkat jaringan. Pembelajaran yang bertumpu pada demonstrasi guru memerlukan bahan pendamping agar urutan kerja dapat dipelajari kembali dan tidak hanya dipahami pada saat praktik berlangsung. Bahan ajar yang memuat tujuan, petunjuk kerja, ilustrasi, dan evaluasi dapat membantu penyajian tahapan praktikum secara lebih sistematis.

Hasil observasi pembelajaran di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan menunjukkan bahwa penyampaian materi Administrasi Infrastruktur Jaringan masih banyak bergantung pada penjelasan dan demonstrasi guru. Panduan praktikum terstruktur yang dapat dipelajari peserta didik di luar kegiatan tatap muka belum tersedia secara memadai. Kondisi tersebut menjadi persoalan terutama pada materi konfigurasi jaringan karena setiap perubahan parameter dan urutan kerja perlu diikuti dengan cermat. Keberadaan bahan ajar yang dapat diakses kembali memungkinkan peserta didik memeriksa langkah kerja, mengenali fungsi konfigurasi, dan mempersiapkan diri sebelum kegiatan praktik berikutnya.

Modul dirancang sebagai satuan bahan ajar yang menyajikan tujuan pembelajaran, materi, kegiatan belajar, serta perangkat evaluasi secara sistematis. Karakteristik pembelajaran mandiri menempatkan kejelasan instruksi, kecukupan isi, dan kemudahan penggunaan sebagai aspek penting kualitas modul (Daryanto, 2013). Pada bentuk elektronik, isi modul dapat dipadukan dengan ilustrasi konfigurasi, tautan, serta perangkat navigasi yang memungkinkan peserta didik membaca materi sesuai kebutuhan. Hakim et al. (2020) menunjukkan penggunaan e-modul sebagai sarana fasilitasi kegiatan belajar melalui produk yang dikembangkan dan diuji dalam konteks pembelajaran, sedangkan Laili et al. (2019) menempatkan pengembangan e-modul sebagai bagian dari penyediaan bahan ajar pada mata pelajaran kejuruan.

Salah satu bentuk penyajian modul elektronik ialah flipbook, yaitu tampilan bahan ajar digital dengan navigasi menyerupai halaman buku. Format ini memungkinkan dokumen praktikum diakses melalui perangkat elektronik sekaligus mempertahankan organisasi bab dan urutan instruksi. Studi Romayanti et al. (2020) mengembangkan e-modul berbantuan Kvisoft Flipbook Maker dan menilai kelayakan serta respons peserta didik. Widiana dan Rosy (2021) juga menggunakan pendekatan ADDIE dalam pengembangan e-modul flipbook pada mata pelajaran teknologi perkantoran dan melakukan penilaian oleh ahli serta pengguna. Temuan tersebut memperlihatkan relevansi validasi ahli dan uji respons pengguna dalam pengembangan bahan ajar elektronik.

Penelitian terkait juga dilakukan pada jenjang dan mata pelajaran berbeda. Prasetya et al. (2017) mengembangkan e-modul pada kompetensi pemodelan perangkat lunak di SMK dengan memadukan pengembangan bahan ajar dan penilaian respons pembelajaran. Ramadhina dan Pranata (2022) mengembangkan e-modul berbasis flipbook dan mengevaluasi kelayakannya melalui penilaian ahli serta uji implementasi. Awwaliyah et al. (2022) menempatkan modul flipbook sebagai bahan ajar yang dievaluasi melalui kelayakan dan penggunaannya. Meskipun konteks materi pada penelitian-penelitian tersebut berbeda, kesamaannya terletak pada perlunya hubungan yang jelas antara kebutuhan belajar, struktur produk, dan pengujian produk yang dihasilkan.

Pada mata pelajaran Administrasi Infrastruktur Jaringan, materi routing statis dan dinamis memiliki karakteristik yang memerlukan demonstrasi prosedur secara berurutan. Peserta didik tidak hanya mengenali konsep routing, tetapi juga mengonfigurasi dan memperbaiki kesalahan konfigurasi melalui antarmuka perangkat jaringan. Oleh karena itu, penyajian petunjuk praktikum yang dilengkapi gambar tahapan konfigurasi, teori singkat, kebutuhan alat, dan evaluasi dipandang sesuai untuk mendukung kegiatan belajar. E-modul berbasis flipbook HTML5 dirancang agar rangkaian prosedur tersebut dapat digunakan sebagai acuan saat praktik maupun saat mempelajari kembali langkah konfigurasi.

Penelitian ini bertujuan menghasilkan e-modul praktikum routing statis dan dinamis untuk mata pelajaran Administrasi Infrastruktur Jaringan pada kelas XI TKJ SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan, mendeskripsikan tingkat kelayakannya berdasarkan penilaian ahli dan akseptabilitas pengguna, serta menggambarkan peningkatan hasil belajar peserta didik melalui pengukuran sebelum dan sesudah penerapan. Ketiga sasaran tersebut menghubungkan kebutuhan pembelajaran, karakteristik produk, dan hasil implementasi pada lingkungan belajar yang sama.

2. METODE PENELITIAN

A. *Jenis dan Model Penelitian*

Penelitian menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (research and development) dengan model ADDIE, yang meliputi analysis, design, development, implementation, dan evaluation. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2022/2023 di SMK Negeri 1 Percut Sei

Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Objek pengembangannya ialah e-modul praktikum berbasis web flipbook HTML5 untuk mata pelajaran Administrasi Infrastruktur Jaringan kelas XI TKJ. Pada tahap implementasi, hasil belajar diamati melalui pengukuran pada kelompok peserta didik yang sama sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan e-modul.

B. Tahapan Pengembangan Produk

Tahap analisis mencakup observasi proses pembelajaran, wawancara dengan guru, identifikasi kebutuhan panduan praktikum, serta penelaahan kompetensi dasar dan perangkat lunak yang diperlukan. Tahap desain dilakukan dengan menyusun rancangan isi, urutan kegiatan praktikum, struktur antarmuka, dan storyboard. Cakupan kompetensi meliputi KD 4.4 mengonfigurasi routing statis, KD 4.5 memperbaiki konfigurasi routing statis, KD 4.6 mengonfigurasi routing dinamis, serta KD 4.7 memperbaiki konfigurasi routing dinamis. Materi disusun dengan merujuk pada silabus pembelajaran Administrasi Infrastruktur Jaringan.

Pada tahap pengembangan, materi dan ilustrasi konfigurasi dirangkai menggunakan Microsoft Word, disimpan dalam format PDF, kemudian dipublikasikan melalui platform FlipHTML5 untuk membentuk modul berbasis halaman digital. Setiap kegiatan praktikum memuat tujuan, teori singkat, alat dan bahan, petunjuk pelaksanaan, serta evaluasi. Tahap implementasi mencakup penilaian ahli, penilaian pengguna, dan penggunaan produk pada pembelajaran. Tahap evaluasi dilakukan melalui telaah tanggapan validator, penyempurnaan komponen modul, dan analisis hasil pengukuran belajar.

C. Subjek dan Instrumen

Penilaian kelayakan dilaksanakan oleh dua validator materi, dua validator bahasa, dan dua validator modul. Uji akseptabilitas melibatkan 15 peserta didik kelas XI TKJ dan seorang guru mata pelajaran. Pengukuran hasil belajar melibatkan 30 peserta didik kelas XI TKJ yang mengikuti pretest dan posttest. Sebelum digunakan, instrumen tes berbentuk 30 soal pilihan ganda diujicobakan kepada 30 peserta didik kelas XII TKJ yang telah mempelajari materi terkait. Analisis korelasi point-biserial (Arikunto, 2013) pada taraf signifikansi 5% menghasilkan 15 soal yang memenuhi kriteria validitas butir; kelima belas soal tersebut digunakan pada pengukuran hasil belajar.

Instrumen penilaian ahli materi mengukur kecocokan isi dengan kompetensi, keterurutan materi, kemudahan pemahaman, kemandirian penggunaan, serta aspek terkait lainnya. Penilaian bahasa mencakup ketepatan struktur, kesesuaian kaidah bahasa, keterbacaan, dan sifat komunikatif penyajian. Penilaian modul mencakup kelengkapan komponen, organisasi sajian, tampilan, dan kemudahan pemanfaatan. Angket respons pengguna terdiri atas 12 pernyataan dengan skala penilaian empat tingkat. Instrumen hasil belajar berupa 15 soal pilihan ganda yang telah diseleksi melalui uji validitas butir.

D. Teknik Analisis Data

Hasil penilaian ahli dan respons pengguna dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase skor aktual terhadap skor maksimum, yaitu $P = \left(\frac{\text{skor diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \right) \times 100\%$. Penafsiran kelayakan produk menggunakan empat kategori: 0–25% kurang layak, 26–50% cukup layak, 51–75% layak, dan 76–100% sangat layak. Respons pengguna dibaca berdasarkan skor persentase, dengan rentang 82–100 termasuk kategori sangat baik. Penilaian pengguna disajikan secara terpisah dari validasi ahli karena keduanya mencerminkan sumber penilaian yang berbeda.

Peningkatan hasil belajar dianalisis melalui rata-rata pretest, rata-rata posttest, dan gain ternormalisasi per peserta didik. Besaran N-gain individual dihitung dengan persamaan $g = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{100 - \text{skor pretest}}$, kemudian dirata-ratakan untuk seluruh peserta didik. Kriteria interpretasi yang digunakan ialah tinggi untuk $g > 0,7$, sedang untuk $0,3 < g < 0,7$, dan rendah untuk $g < 0,3$ (Hake, 2002). Pengolahan data menggunakan Microsoft Excel 2010. Analisis hasil belajar berfokus pada gambaran peningkatan capaian peserta didik selama pelaksanaan uji coba.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

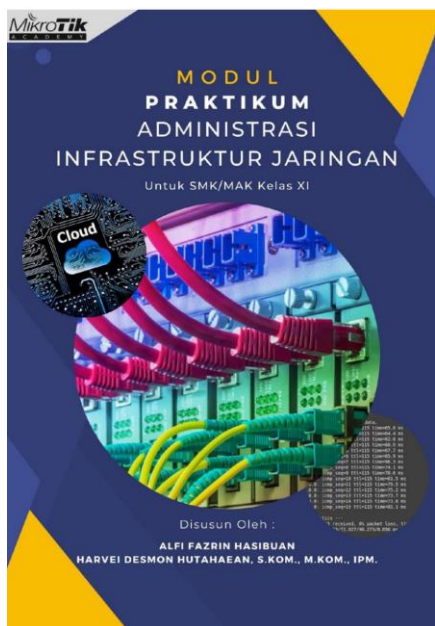
A. Hasil Pengembangan E-Modul Praktikum

Pengembangan menghasilkan e-modul praktikum Administrasi Infrastruktur Jaringan dalam format web flipbook HTML5 yang dapat diakses melalui perangkat elektronik yang terhubung ke internet. Produk disusun untuk pembelajaran kelas XI TKJ dan memusatkan isi pada empat kompetensi keterampilan terkait routing statis dan dinamis berbasis MikroTik. Struktur produk mencakup sampul, informasi penyusun, pengantar, silabus, daftar isi, kegiatan praktikum, evaluasi, dan daftar pustaka. Susunan tersebut menempatkan materi praktikum sebagai komponen utama, dengan setiap kegiatan diatur menurut urutan tujuan, teori singkat, alat dan bahan, petunjuk kerja, serta evaluasi.

Tabel 1. Cakupan kegiatan praktikum pada e-modul

Kegiatan	Kompetensi dasar	Fokus aktivitas praktikum
Praktikum 1	KD 4.4	Mengonfigurasi routing statis pada MikroTik
Praktikum 2	KD 4.5	Memperbaiki konfigurasi routing statis pada MikroTik
Praktikum 3	KD 4.6	Mengonfigurasi routing dinamis pada MikroTik
Praktikum 4	KD 4.7	Memperbaiki konfigurasi routing dinamis pada MikroTik

Empat kegiatan tersebut memberikan alur yang berkesinambungan dari penyiapan konfigurasi menuju pemeriksaan dan perbaikan konfigurasi jaringan. Kegiatan konfigurasi menuntun peserta didik memahami langkah pengaturan, sedangkan kegiatan perbaikan menempatkan perhatian pada identifikasi serta penyelesaian masalah pengaturan routing. Materi didukung ilustrasi langkah kerja dan elemen video pembelajaran sehingga peserta didik memperoleh referensi visual untuk mengikuti prosedur teknis. Navigasi halaman, pembesaran tampilan, daftar isi, dan pembagian tautan merupakan bagian dari lingkungan flipbook yang digunakan.



Gambar 1. Tampilan sampul produk e-modul praktikum Administrasi Infrastruktur Jaringan

Pengemasan berbasis flipbook menjadikan materi praktikum tidak terpisah dari tujuan dan perangkat evaluasinya. Penyajian teori singkat sebelum petunjuk kerja membantu menghubungkan konsep jaringan dengan pengoperasian perangkat, sedangkan bagian alat dan bahan memperjelas kebutuhan pelaksanaan. Penataan kegiatan semacam ini sejalan dengan prinsip pengembangan modul yang menekankan kejelasan tujuan, susunan materi secara runtut, dan kesempatan belajar mandiri (Daryanto, 2013). Dalam pembelajaran kejuruan, kesesuaian isi dengan pekerjaan praktik juga menjadi unsur penting agar penggunaan media berhubungan langsung dengan kompetensi yang dipelajari.

B. Kelayakan Produk Berdasarkan Penilaian Ahli

Kelayakan e-modul dinilai melalui tiga kelompok validator, yakni ahli materi, ahli bahasa, dan ahli modul. Hasil penilaian yang dikonversi ke dalam persentase menunjukkan ketiga aspek berada pada kategori sangat layak. Nilai tertinggi diperoleh pada aspek materi sebesar 96%, diikuti aspek modul sebesar 94% dan bahasa sebesar 88%. Perbedaan antaraspek memperlihatkan bahwa penilaian produk mencakup dimensi yang saling melengkapi, bukan hanya kecukupan isi materi.

Tabel 2. Ringkasan validasi kelayakan e-modul praktikum

Aspek yang dinilai	Jumlah validator	Persentase	Kategori
Materi	2	96%	Sangat layak
Bahasa	2	88%	Sangat layak
Modul	2	94%	Sangat layak

Penilaian materi mencakup kesesuaian tujuan dan isi dengan kompetensi pembelajaran, keterurutan materi, kejelasan ilustrasi, serta relevansi materi dengan konteks tugas peserta didik. Persentase 96% menunjukkan bahwa substansi bahan ajar dinilai memenuhi kebutuhan penyajian praktikum. Tanggapan validator materi mengarah pada penyempurnaan susunan kalimat dan format penulisan, termasuk penyesuaian tampilan halaman. Hasil tersebut menggambarkan keterpaduan isi e-modul dengan kompetensi routing yang menjadi sasaran pengembangan.

Pada aspek bahasa, persentase penilaian sebesar 88% menunjukkan bahwa penyajian kalimat, ketepatan istilah, dan penggunaan kaidah bahasa memperoleh penilaian sangat layak. Tanggapan validator berkaitan dengan penulisan istilah berbahasa Inggris, penggunaan tanda baca, keterangan pada video, serta penataan daftar pustaka. Pada produk pembelajaran jaringan komputer, konsistensi istilah teknis memiliki arti penting karena peserta didik perlu membedakan instruksi, parameter konfigurasi, dan penjelasan konsep dalam urutan yang tepat. Penyempurnaan bahasa turut mendukung keterbacaan instruksi praktikum.

Penilaian aspek modul memperoleh persentase 94%. Hasil ini berkaitan dengan kelengkapan serta pengorganisasian komponen modul, penampilan isi, kemudahan mengikuti langkah praktik, dan pemanfaatannya sebagai bahan ajar. Secara keseluruhan, penilaian ahli menunjukkan bahwa materi routing, bahasa penyajian, dan struktur produk berada dalam kategori sangat layak menurut kriteria yang digunakan. Keterkaitan antara validasi materi dan tampilan juga ditemukan pada pengembangan e-modul flipbook dalam penelitian Widiana dan Rosy (2021) serta Romayanti et al. (2020), yang menggunakan penilaian ahli untuk mengevaluasi produk sebelum digunakan oleh peserta didik.

C. Akseptabilitas E-Modul oleh Pengguna

Penilaian pengguna melibatkan 15 peserta didik kelas XI TKJ melalui angket 12 pernyataan serta seorang guru mata pelajaran melalui instrumen yang sama. Total skor peserta didik mencapai 655 dari skor maksimum 720, yang ekuivalen dengan 90,97% atau dibulatkan menjadi 91%. Guru memberikan skor 43 dari skor maksimum 48 atau sekitar 89,58% yang dibulatkan menjadi 90%. Persentase penilaian tersebut menunjukkan respons yang sangat baik terhadap penggunaan e-modul dalam pembelajaran praktikum.

Tabel 3. Hasil penilaian akseptabilitas pengguna

Kelompok penilai	Jumlah	Skor aktual/maksimal	Persentase
Peserta didik	15	655/720	91%
Guru mata pelajaran	1	43/48	90%
Rekapitulasi skor pengguna	16	698/768	91%

Penilaian pengguna memperlihatkan penerimaan terhadap e-modul sebagai sumber belajar yang mendampingi kegiatan konfigurasi jaringan. Keberadaan petunjuk praktikum dan visualisasi langkah kerja relevan dengan kebutuhan peserta didik untuk memeriksa kembali prosedur yang dipelajari. Hasil akseptabilitas melengkapi penilaian ahli: validasi menunjukkan kelayakan produk dari sisi isi dan penyajian, sementara respons pengguna menunjukkan penerimaan pada kondisi penggunaannya. Temuan ini selaras secara umum dengan Ramadhina dan Pranata (2022), yang melibatkan ahli dan peserta didik dalam evaluasi e-modul berbasis flipbook, serta Awwaliyah et al. (2022), yang menelaah kelayakan bahan ajar flipbook pada konteks pembelajaran sekolah.

D. Hasil Pengukuran Belajar Peserta Didik

Sebelum pengukuran hasil belajar, sebanyak 30 butir tes pilihan ganda diujicobakan kepada 30 peserta didik kelas XII TKJ. Berdasarkan perbandingan koefisien korelasi point-biserial dengan nilai pembanding 0,374 pada taraf 5%, sebanyak 15 butir memenuhi kriteria validitas dan dipilih sebagai instrumen pretest serta posttest. Dari 15 butir yang dipilih, pengelompokan indeks kesukaran menghasilkan lima butir kategori mudah (33%), sembilan butir kategori sedang (60%), dan satu butir kategori sukar (7%). Sebaran tersebut menunjukkan keberagaman tingkat kesukaran butir yang digunakan pada pengukuran.

Tabel 4. Ringkasan penyaringan dan tingkat kesukaran instrumen tes

Komponen	Hasil
Butir yang diujicobakan	30 soal pilihan ganda
Peserta uji coba instrumen	30 peserta didik kelas XII TKJ
Butir memenuhi kriteria validitas	15 soal
Kesukaran 15 soal terpilih	5 mudah; 9 sedang; 1 sukar

Pengukuran hasil belajar menggunakan kelima belas soal terpilih pada 30 peserta didik kelas XI TKJ sebelum dan sesudah pembelajaran berbantuan e-modul. Rata-rata pretest adalah 51,10, sedangkan rata-rata posttest mencapai 90,60. Dengan demikian, selisih rata-rata nilai mencapai 39,50 poin. Perolehan ini menunjukkan adanya peningkatan penguasaan materi yang diukur setelah peserta didik mengikuti rangkaian pembelajaran menggunakan e-modul praktikum.

Tabel 5. Hasil pengukuran hasil belajar dan gain ternormalisasi

Indikator	Hasil	Interpretasi
Jumlah peserta didik	30	Kelas XI TKJ
Rata-rata pretest	51,10	Pengukuran awal
Rata-rata posttest	90,60	Pengukuran akhir
Selisih rata-rata	39,50	Peningkatan skor
Rerata N-gain individual	0,79	Kategori tinggi

Rerata N-gain individual sebesar 0,79 berada dalam kategori tinggi berdasarkan kriteria gain ternormalisasi yang digunakan (Hake, 2002). Nilai ini menyatakan besarnya peningkatan relatif terhadap ruang peningkatan skor yang tersedia bagi masing-masing peserta didik. Analisis dilakukan pada skor individu dan

(Alfi Fajrin Hasibuan)

kemudian dirata-ratakan, sehingga angka 0,79 merupakan rerata gain individual. Hasil pengukuran menempatkan peningkatan capaian belajar sebagai salah satu hasil implementasi e-modul pada kelas yang diteliti.

Bahan ajar yang disusun berdasarkan urutan kerja praktik menyediakan informasi yang dapat dibaca berulang pada saat peserta didik mengenali menu, menentukan parameter, serta meninjau kembali hasil konfigurasi routing. Pada pembelajaran jaringan komputer, kecocokan antara penyajian konsep, ilustrasi pengaturan, dan tugas praktik penting karena kesalahan pada satu langkah dapat memengaruhi hasil langkah berikutnya. E-modul yang memuat empat rangkaian praktikum memungkinkan materi konfigurasi dan perbaikan routing disajikan dalam hubungan yang lebih jelas, sehingga pengukuran hasil belajar dapat dikaitkan dengan kompetensi yang menjadi cakupan produk.

E. Pembahasan Integratif

Hasil penelitian menunjukkan keterkaitan antara proses pengembangan yang mengikuti kebutuhan kelas, validasi produk, penerimaan pengguna, dan perubahan skor hasil belajar selama uji coba. Pada tahap analisis, kebutuhan bahan ajar muncul dari keterbatasan panduan praktikum yang dapat dipelajari kembali. Pada tahap desain dan pengembangan, kebutuhan tersebut diterjemahkan menjadi susunan modul yang mengikuti kompetensi routing statis dan dinamis, dilengkapi teori singkat, petunjuk, ilustrasi, dan evaluasi. Tahap implementasi mempertemukan produk dengan penilaian ahli serta pengalaman pengguna, sedangkan pengukuran pretest dan posttest memberikan gambaran capaian peserta didik setelah pembelajaran.

Kelayakan aspek materi, bahasa, dan modul seluruhnya berada pada kategori sangat layak. Hal ini memperlihatkan bahwa keberhasilan pengembangan bahan ajar elektronik ditentukan oleh lebih dari satu unsur. Materi yang sesuai dengan kompetensi perlu disertai bahasa instruksional yang jelas, sementara petunjuk yang lengkap memerlukan susunan tampilan yang dapat diikuti selama praktik. Hubungan tersebut selaras dengan prinsip pengembangan bahan ajar berbasis modul (Daryanto, 2013) dan hasil penelitian Widiana dan Rosy (2021) tentang validasi beragam aspek pada produk flipbook. Hasil respons pengguna sebesar 91% menguatkan bahwa produk diterima dengan baik dalam lingkungan pembelajaran yang menjadi sasaran pengembangan.

Peningkatan skor dari 51,10 menjadi 90,60 serta N-gain rata-rata 0,79 menunjukkan perkembangan hasil belajar selama penerapan produk di kelas XI TKJ. Temuan ini memiliki kesesuaian arah dengan Laili et al. (2019), yang mengevaluasi e-modul pada mata pelajaran kejuruan melalui capaian belajar, sekaligus memperlihatkan perbedaan konteks: produk pada penelitian ini berfokus pada latihan konfigurasi dan perbaikan routing. Penafsiran hasil berpusat pada perubahan skor peserta didik selama kegiatan pembelajaran dan pada kelayakan produk yang dikembangkan, sesuai dengan rancangan uji coba yang dilaksanakan.

Secara substansial, empat unit praktikum memberi kesinambungan antara pekerjaan konfigurasi dan pemecahan persoalan konfigurasi jaringan. Kesenambungan tersebut merupakan karakteristik penting materi Administrasi Infrastruktur Jaringan karena keterampilan mengoperasikan router memerlukan pemeriksaan hasil kerja, bukan sekadar pengenalan istilah. Dengan dukungan ilustrasi dan petunjuk yang dapat diakses ulang, e-modul berfungsi sebagai referensi prosedural dalam pelaksanaan praktikum. Kombinasi penilaian ahli, respons pengguna, dan hasil tes memberikan dasar empiris bahwa produk memenuhi sasaran pengembangannya dalam konteks kelas XI TKJ SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan e-modul praktikum Administrasi Infrastruktur Jaringan berbasis web flipbook HTML5 untuk pembelajaran routing statis dan dinamis pada kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan. Produk memuat empat kegiatan praktikum yang mencakup konfigurasi dan perbaikan routing statis serta dinamis, dengan struktur tujuan, teori singkat, alat dan bahan, petunjuk pelaksanaan, dan evaluasi. Hasil penilaian menunjukkan kelayakan sangat tinggi pada aspek materi (96%), bahasa (88%), dan modul (94%), disertai akseptabilitas pengguna sebesar 91%. Hasil pengukuran pada 30 peserta didik memperlihatkan peningkatan rata-rata skor dari 51,10 pada pretest menjadi 90,60 pada posttest, dengan rerata N-gain individual 0,79 yang tergolong tinggi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa e-modul memenuhi kriteria kelayakan dan dapat digunakan sebagai bahan pendamping praktikum routing pada konteks pembelajaran yang diteliti.

REFERENSI

- Arikunto, S. (2013). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta.
- Awaliyah, H. S., Rahayu, R., & Muhlisin, A. (2022). Pengembangan e-modul berbasis flipbook untuk meningkatkan motivasi belajar siswa SMP tema cahaya. *Indonesian Journal of Natural Science Education*, 4(2), 516–523. <https://doi.org/10.31002/ijnse.v4i2.1899>
- Daryanto (2013). *Menyusun modul: Bahan ajar untuk persiapan guru dalam mengajar*. Gava Media.

- 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* [Conference paper]. Physics Education Research Conference. <https://www.researchgate.net/publication/237457456>
- Hakim, L. N., Wedi, A., & Praherdhiono, H. (2020). Electronic module (e-module) untuk memfasilitasi siswa belajar materi cahaya dan alat optik di rumah. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(3), 239–250. <https://doi.org/10.17977/um038v3i32020p239>
- Laili, I., Ganefri, & Usmeldi (2019). Efektivitas pengembangan e-modul project based learning pada mata pelajaran instalasi motor listrik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315. <https://doi.org/10.23887/jipp.v3i3.21840>
- Prasetya, I. G. A. S., Wirawan, I. M. A., & Sindu, I. G. P. (2017). Pengembangan e-modul pada mata pelajaran pemodelan perangkat lunak kelas XI dengan model problem based learning di SMK Negeri 2 Tabanan. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 14(1), 96–105. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v14i1.9885>
- Ramadhina, S. R., & Pranata, K. (2022). Pengembangan e-modul berbasis aplikasi flipbook di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7265–7274. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3470>
- Romayanti, C., Sundaryono, A., & Handayani, D. (2020). Pengembangan e-modul kimia berbasis kemampuan berpikir kreatif dengan menggunakan Kvisoft Flipbook Maker. *Alotrop*, 4(1), 51–58. <https://doi.org/10.33369/atp.v4i1.13709>
- Widiana, F. H., & Rosy, B. (2021). Pengembangan e-modul berbasis flipbook maker pada mata pelajaran teknologi perkantoran. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(6), 3728–3739. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i6.1265>