



Development of an E-Module for the Computer Systems and Network Analysis Course

Niranti Jihan Sari^{1*}, Jumadi M. Parenreng², Jamaluddin P.³

^{1,2,3} Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Corresponding e-mail : nirantijhans@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords:

Computer systems and development,
E-module;
Network analysis;
4-D model;

Article History

Received: OCT 12, 2025

Revised : DEC 15, 2025

Accepted : JAN 16, 2026

ABSTRACT

Learning in the Computer Systems and Network Analysis course requires instructional materials that are well-structured, up-to-date, and easily accessible to support conceptual understanding and practical application within limited class time. This study aims to develop an e-module and to evaluate its validity, practicality, and effectiveness for use in the Computer Engineering Study Program at Universitas Negeri Makassar. The study employed a Research and Development (R&D) approach using the 4-D development model (define, design, develop, disseminate). The participants were students of the Computer Engineering Study Program, JTIK FT UNM. Data were collected through subject-matter expert validation, media expert validation, a student response questionnaire, and an instrument assessing learning outcomes after using the e-module. Data were analyzed using descriptive analysis. The results showed that the e-module achieved 100% in subject-matter expert validation and 100% in media expert validation, indicating that it was feasible/acceptable for use. In terms of effectiveness, student performance after using the e-module reached an average of 81.3% (very good category), while practicality analysis based on student responses yielded 70% (practical category). These findings indicate that the developed e-module meets feasibility criteria and supports the learning process. Therefore, the Computer Systems and Network Analysis e-module is deemed suitable as an instructional material to enhance learning quality in the Computer Engineering Study Program at Universitas Negeri Makassar.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



To cite this article : Author. (2026). Title. Journal of Education Culture and Innovation, 1(2), 23-30.

INTRODUCTION

Pendidikan merupakan proses sistematis yang melibatkan individu, masyarakat, dan dinamika realitas (material maupun spiritual) yang membentuk perkembangan manusia serta kehidupan sosial [1]. Dalam konteks Indonesia, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional menegaskan pendidikan sebagai usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik aktif mengembangkan potensi dirinya, termasuk kecerdasan, akhlak, dan keterampilan yang dibutuhkan untuk kehidupan bermasyarakat dan bernegara [2]. Penegasan tersebut menuntut pembelajaran di perguruan tinggi tidak hanya berorientasi pada penyampaian materi, tetapi juga pada kualitas pengalaman belajar yang terstruktur, relevan, dan adaptif terhadap perkembangan zaman [3].

Perkembangan teknologi digital mendorong transformasi pembelajaran menuju pemanfaatan sumber belajar yang lebih fleksibel, terbuka, dan mudah diakses. OECD menekankan pentingnya kompetensi abad ke-21—termasuk literasi digital—sebagai fondasi untuk menghadapi perubahan sosial dan teknologi yang cepat, sehingga institusi pendidikan perlu menguatkan desain pembelajaran dan sumber belajar yang mendukung kemandirian serta

pemecahan masalah [4]. Sejalan dengan itu, UNESCO melalui *Recommendation on Open Educational Resources (OER)* menekankan akses universal terhadap bahan ajar bermutu dan mendorong pengembangan serta pemanfaatan sumber belajar digital yang dapat meningkatkan pemerataan dan kualitas pembelajaran [5].

Dalam proses pembelajaran, bahan ajar merupakan komponen kunci karena berfungsi mengarahkan aktivitas belajar; menjaga konsistensi capaian pembelajaran, serta menyediakan struktur materi dan evaluasi yang sistematis. Karena itu, pengembangan bahan ajar harus menyesuaikan perkembangan teknologi agar tetap relevan bagi pengguna dan kebutuhan kompetensi terkini [6]. Perubahan peran pendidik juga semakin menonjol: bukan semata penyampai informasi, melainkan fasilitator yang merancang pengalaman belajar aktif melalui media digital. Kerangka TPACK menegaskan bahwa integrasi teknologi yang efektif memerlukan perpaduan pengetahuan pedagogik, konten, dan teknologi secara simultan, sehingga bahan ajar digital perlu dirancang bukan hanya “digitalisasi materi”, tetapi benar-benar menguatkan strategi belajar [7].

Salah satu bentuk bahan ajar digital yang berkembang luas adalah modul elektronik (e-modul). E-modul dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri dengan penyajian materi yang terstruktur dan sistematis dalam format elektronik, serta dapat memuat tautan, latihan, dan evaluasi yang terintegrasi [8]. Dari perspektif pembelajaran berbasis multimedia, kualitas e-modul ditentukan oleh bagaimana teks, gambar, dan elemen audiovisual disusun mengikuti prinsip kognitif agar membantu pemahaman tanpa membebani memori kerja [9]. Selain itu, desain e-learning yang efektif menekankan keselarasan tujuan pembelajaran, aktivitas belajar, umpan balik, dan evaluasi sebagai prasyarat peningkatan performa belajar [10].

Secara empiris, studi pengembangan e-modul interaktif menunjukkan hasil yang konsisten: e-modul layak digunakan dan berpotensi meningkatkan capaian belajar melalui interaktivitas dan kemandirian belajar [11]. Temuan serupa juga dilaporkan pada studi efektivitas e-modul sebagai bahan ajar mandiri yang berdampak pada peningkatan hasil belajar peserta didik [12]. Dengan demikian, e-modul bukan hanya alternatif format bahan ajar, tetapi dapat menjadi intervensi pedagogis yang memperkuat kualitas proses belajar.

Pada ranah komputer dan jaringan, kebutuhan bahan ajar digital semakin relevan karena materi bersifat konseptual sekaligus prosedural (analitis-praktis), serta menuntut pemahaman bertahap. Penelitian pada pembelajaran jaringan komputer berbasis e-learning dengan simulasi interaktif (SCORM) menunjukkan bahwa simulasi dan laboratorium virtual membantu pembelajaran konsep jaringan secara konstruktif dan lebih aplikatif [13]. Di tingkat pendidikan tinggi, tantangan perkuliahan jaringan juga mencakup keterbatasan waktu tatap muka dan kebutuhan praktik yang kompleks; pengembangan lingkungan belajar daring/virtual dilaporkan sebagai respons efektif untuk mendukung pembelajaran jaringan secara fleksibel [14]. Bukti terbaru juga menunjukkan pengembangan dan evaluasi modul e-learning untuk laboratorium manajemen jaringan berbasis integrasi *virtual lab* sebagai pendekatan untuk memperkaya praktikum dan akses belajar [15].

Berdasarkan kondisi pembelajaran Mata Kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan yang menuntut materi mutakhir dan praktik terstruktur, serta hasil wawancara dengan dosen pengampu yang menunjukkan belum adanya modul baku dan kebutuhan pembaruan materi, maka pengembangan e-modul menjadi solusi strategis. E-modul yang dirancang berbasis prinsip e-learning dan multimedia diharapkan dapat meningkatkan fleksibilitas belajar mahasiswa, membantu ketercakupan materi dalam keterbatasan waktu perkuliahan, serta memperkuat keterhubungan antara konsep dan praktik. Oleh karena itu, penelitian ini berjudul “Pengembangan e-Modul Mata Kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan”.

METHOD

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian *Research and Development* (R&D). Fokus utama dari penelitian ini adalah menciptakan produk baru melalui proses pengembangan, yang dalam konteks ini adalah bahan ajar berupa modul elektronik atau e-modul.

Model pengembangan pada penelitian ini menerapkan model pengembangan Thiagarajan 4-D (four-D). 4D terdiri atas empat tahapan pengembangan yang meliputi *define, design, development dan disseminate*.

Penelitian pengembangan e-modul mata kuliah analisis sistem komputer dan jaringan ini yang berlangsung di Program Studi Teknik Komputer Universitas Negeri Makassar.

Dalam penelitian ini, terdapat dua bagian yang melibatkan subjek uji coba. Bagian pertama adalah uji coba terhadap desain produk yang melibatkan ahli materi dan ahli media sebagai subjek uji validator. Bagian kedua adalah uji coba terhadap produk yang melibatkan subjek uji coba produk dengan uji coba dilakukan dua kali, yaitu uji coba kelompok kecil dengan 5 responden dan uji coba kelompok besar dengan 30 responden dalam satu kelas yang sedang belajar mata kuliah analisis sistem komputer dan jaringan. Jumlah mahasiswa yang memprogramkan mata kuliah analisis sistem komputer dan jaringan Universitas Negeri Makassar. Berikut dapat dilihat jumlah mahasiswayang memprogramkan mata kuliah analisis sistem computer dan jaringan:

Tabel 1. Jumlah Mahasiswa

No	Angkatan	Jumlah Mahasiswa yang telah memprogramkan mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan
1.	2019	24 mahasiswa
2.	2020	23 mahasiswa
Jumlah		47 mahasiswa

Sumber: Admin Jurusan Teknik Informatika (2023)

Instrumen yang digunakan selama proses pengembangan e-modul mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan berbentuk angket. Angket ini dibuat dalam tiga jenis yaitu angket untuk ahli materi, angket untuk ahli media, dan angket untuk mahasiswa. Indikator penilaiannya yakni petunjuk, cakupan dan bahasa.

1. Uji Validitas

Validitas instrumen mengukur kesesuaian butir instrumen dengan aspek yang diukur adalah validasi instrumen ahli materi, validasi instrumen ahli media, dan validasi tanggapan pengguna.

Berdasarkan hasil validasi ahli, diperoleh rerata hasil validasi kedua ahli masing-masing instrumen penelitian yang dinilai sebesar 95,97. Hal ini berarti bahwa dari segi konten, instrumen penelitian dapat digunakan dalam pengumpulan data penelitian.

2. Uji Reliabilitas

Berdasarkan hasil uji reliabilitas diperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,934 yang termasuk dalam kategori sangat tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa 30 butir instrumen memenuhi syarat reliabilitas yang baik sehingga dapat digunakan untuk mengumpulkan data.

Tabel 2. Hasil Pengujian Reliabilitas Instrumen

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.934	30

Sumber: Hasil Olah Data, 2023

Teknik analisis data yang digunakan untuk mengolah informasi dari semua responden dalam penelitian adalah analisis deskriptif kuantitatif. Data yang telah terkumpul dianalisis dengan mengkonversi mereka menjadi distribusi skor dan persentase yang terkait dengan kategori skala penelitian yang telah ditentukan sebelumnya. Selanjutnya, hasil analisis ini digunakan untuk memberikan deskripsi atau kesimpulan terhadap setiap indikator yang diteliti.

RESULTS AND DISCUSSION

Penelitian ini dilaksanakan pada Program Studi Teknik Komputer Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan mengikuti model pengembangan 4-D. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui validitas, efektivitas, dan kepraktisan bahan ajar yang telah dikembangkan. Hasil dari penelitian dan pengembangan ini adalah sebuah bahan ajar berupa e-modul untuk mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan. Berikut hasil penelitian yang mengikuti model 4-D:

a) Pendefinisian (*define*)

yaitu analisis awal/identifikasi. Proses analisis awal dilakukan oleh peneliti untuk memperoleh informasi tentang kondisi dan fakta serta permasalahan-permasalahan dalam pembelajaran yang mendasari pentingnya e-modul Analisis Sistem Komputer dan Jaringan. Analisis awal dilakukan dengan melakukan wawancara dengan salah satu dosen pengampu mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan untuk memperoleh data karena dengan wawancara informasi serta data-data diperoleh peneliti dapat lebih objektif dan akurat. Selain itu, peneliti juga melakukan analisis karakteristik mahasiswa, analisis konsep dan tugas, dan analisis tujuan yang bertujuan untuk memperkuat data yang diperoleh saat membuat modul elektronik. Hasil yang didapat dari tahapan pendefinisian ini ditemukan permasalahan yang memerlukan dikembangkannya e-modul mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan.

b) Perancangan (*design*)

Terdapat beberapa langkah-langkah yaitu penyusunan acuan, pemilihan media, pemilihan format, dan rancangan modul. Penyusunan acuan dibuat memuat rencana awal materi yang ditampilkan. Sedangkan langkah perumusan materi dilakukan untuk menentukan detail materi yang disajikan di dalam e-modul. Pada langkah pemilihan format dan komponen-komponen e-modul disesuaikan dengan kajian teori tentang pengembangan e-modul yang baik. Kemudian e-modul yang sudah tersusun, dikonsultasikan dengan pembimbing sehingga mendapat masukan dan saran untuk tujuan perbaikan dan penyempurnaan.

c) Pengembangan (*develop*)

Bertujuan untuk menghasilkan produk jadi berupa e-modul yang telah melalui tahap validasi. Validasi yang dilakukan oleh validator ahli dilakukan untuk mengetahui kekurangan atau kelemahan dari e-modul. Selanjutnya revisi dilakukan untuk penyempurnaan dan perbaikan produk. Setelah tahap revisi selesai maka e-modul diujicobakan kepada mahasiswa. Uji coba

pengembangan dilakukan untuk mengetahui respon atau tanggapan mahasiswa terhadap e-modul mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan yang telah dikembangkan.

d) Penyebaran (*disseminate*)

Penyebaran e-modul ini hanya dilakukan secara terbatas ke dosen pengampu mata kuliah. Selanjutnya peneliti akan membahas mengenai hasil dari ketiga rumusan masalah sebelumnya yaitu bagaimana hasil pengembangan e-modul mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif.

E-modul Analisis Sistem Komputer dan Jaringan yang telah dikembangkan, dari hasil penelitian dinyatakan valid. Hal ini didasarkan hasil validasi instrumen penelitian berupa validasi materi dan validasi media. Adapun hasil penelitian berdasarkan tabel validasi materi (Tabel 3) diperoleh nilai total sebesar 28 dan jumlah skor yang diharapkan berdasarkan jumlah pernyataan pada angket adalah 28 dari nilai maksimal setiap pernyataan adalah 1. Jadi, persentase penilaian skor total butir pernyataan adalah $28/28 \times 100\% = 100\%$ ialah persentase maksimal sehingga termasuk dalam kategori sangat valid atau "Layak/Dapat Diterima".

Tabel 3. Validasi Ahli Materi

No	Nama	Skor		Skor Maks	Persentase	Kategori
		Ya	Tidak			
1	Validator 1	28	0	28	100%	Sangat Layak
2	Validator 2	28	0	28	100%	Sangat Layak
Rata-Rata		28		28	100%	Sangat Layak

Sumber: Hasil olah data 2023

Validasi media (Tabel 4) diperoleh nilai total sebesar 28 dan jumlah skor yang diharapkan berdasarkan jumlah pernyataan pada angket adalah 28 dari nilai maksimal setiap pernyataan adalah 1. Jadi, persentase penilaian skor total butir pernyataan adalah $28/28 \times 100\% = 100\%$ adalah persentase maksimal sehingga termasuk dalam kategori sangat valid atau "Layak/Dapat Diterima". Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa validasi materi dan media memperoleh nilai rata-rata 100% sehingga e-modul mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan dinyatakan sangat valid atau layak/dapat diterima sehingga e-modul ini dapat diterapkan oleh dosen pada saat proses pembelajaran Analisis Sistem Komputer dan Jaringan mahasiswa Jurusan Teknik Informatika dan Komputer.

Tabel 4. Validasi Ahli Media

No	Nama	Skor		Skor Maks	Persentase	Kategori
		Ya	Tidak			
1	Validator 1	28	0	28	100%	Sangat Layak
2	Validator 2	28	0	28	100%	Sangat Layak
Rata-Rata		28		28	100%	Sangat Layak

Sumber: Hasil olah data 2022

Kepraktisan e-modul menggunakan analisis respon mahasiswa karena pada hakikatnya e-modul mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan dapat dinyatakan praktis apabila hasil angket respon mahasiswa telah mencapai hasil yang signifikan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan peneliti pada mahasiswa Program Studi Teknik Komputer dalam proses pembelajaran menunjukkan bahwa e-modul yang digunakan sangat membantu dan memberi kemudahan bagi mahasiswa. Hal ini terlihat dari respon mahasiswa yang sangat menyukai e-modul yang hendak ditampilkan dan disampaikan oleh peneliti.

Berdasarkan uji lapangan e-modul mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan jaringan yang dilakukan terhadap mahasiswa sebanyak 30 orang dapa Program Studi teknik Komputer JTIK FT UNM, diperoleh jumlah skor total berdasarkan aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, aspek kebahasaan, dan aspek kemanfaatan e-modul sebesar 85,28%, sedangkan berdasarkan tabel distribusi frekuensi uji coba lapangan sebesar 70%. Sehingga dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa seluruh pernyataan mendapatkan respon sangat baik sehingga termasuk dalam

kategori “Sangat Praktis” digunakan dalam proses pembelajaran mahasiswa Program Studi Teknik Komputer JTIK FT UNM.

E-Modul mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan dapat dinyatakan efektif, hal ini ditinjau dari hasil belajar mahasiswa dan memberikan kemudahan kepada mahasiswa dalam memahami materi yang disampaikan melalui e-modul yang digunakan serta memberikan kepada dosen dalam menggunakan e-modul tersebut. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti, didapatkan hasil bahwa e-modul yang digunakan memberikan efek yang sangat baik bagi mahasiswa, hal ini terlihat dari nilai hasil penggunaan e-modul dan nilai akhir mata kuliah yang sangat signifikan.

Setelah e-modul Analisis Sistem Komputer dan Jaringan diterapkan dalam proses pembelajaran, dari hasil penelitian yang ditemukan bahwa hasil belajar mahasiswa meningkat, hal ini dapat dilihat pada hasil penelitian (Tabel 5), sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata ketuntasan belajar hasil belajar mahasiswa berada pada kategori sangat baik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa e-modul Analisis Sistem Komputer dan Jaringan efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Tabel 5. Penerapan E-modul

Hasil Tes	Nilai Pre-Test	Nilai Post-Test	Rata-rata
Skor Tertinggi	4,00	4,00	4,00
Skor Terendah	0	0	0
Rata-rata	2,90 (72,4%)	3,25 (81,3%)	3,07
Tuntas	20	31	25,5
Tidak Tuntas	4	2	3
Ketuntasan Klasikal	83,33%	93,93%	88,63%

Sumber: Hasil Olah Data 2023

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian menunjukkan penilaian kelayakan e-modul mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan dinyatakan sangat valid atau layak/dapat diterima setelah divalidasi oleh validator, kemudian praktis karena memberikan kemudahan kepada mahasiswa dalam proses pembelajaran sehingga efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa Program Studi Teknik Komputer JTIK FT UNM.

Temuan bahwa e-modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid serta memperoleh respons pengguna yang sangat positif memiliki implikasi bahwa prosedur pengembangan berbasis design research—yang menekankan iterasi kebutuhan—desain—uji-revisi—efektif untuk menghasilkan intervensi pembelajaran yang layak diterapkan dalam konteks nyata [16], [17]. Secara empiris, konsistensi capaian validitas dan kepraktisan pada penelitian ini sejalan dengan berbagai studi pengembangan e-modul interaktif yang menunjukkan bahwa ketika modul digital memadukan struktur materi yang jelas, aktivitas belajar, serta fitur interaktif (mis. kuis, umpan balik, media pendukung), maka produk cenderung dinilai layak dan diterima baik oleh pengguna karena memfasilitasi pembelajaran mandiri dan meningkatkan keterlibatan belajar [18]–[21]. Dengan demikian, temuan penelitian ini memperkuat argumen bahwa kualitas e-modul tidak hanya ditentukan oleh kelengkapan materi, tetapi juga oleh desain instruksional yang menurunkan hambatan belajar (mis. kebingungan prosedural, miskonsepsi awal) melalui navigasi yang terarah dan latihan bertahap.

Selain itu, bukti efektivitas (ditunjukkan oleh peningkatan hasil belajar pada Tabel 5) memberi implikasi penting bagi pembelajaran mata kuliah jejaring komputer yang secara karakteristik menuntut pemahaman konseptual sekaligus keterampilan prosedural. Literatur internasional dan nasional pada pembelajaran jaringan menunjukkan bahwa penggunaan media digital berbasis simulasi/virtual lab mampu meningkatkan pemahaman, memfasilitasi eksplorasi topologi, serta membantu mahasiswa menguji konfigurasi jaringan secara aman dan hemat sumber daya—terutama ketika keterbatasan perangkat fisik menjadi kendala [22]–[24]. Bukti pendukung juga muncul pada penelitian simulasi berbasis Cisco Packet Tracer yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis simulasi dapat meningkatkan visualisasi konsep dan pemecahan

masalah pada materi jejaring [25], serta ditopang oleh temuan meta/ulasan bahwa pendekatan simulation-based learning di domain komputasi dan jaringan secara umum berkorelasi dengan peningkatan performa belajar dan pengalaman praktik yang lebih bermakna [26], [27]. Implikasinya, e-modul yang dikembangkan berpotensi berfungsi bukan hanya sebagai “bahan baca”, tetapi sebagai scaffolding pembelajaran jejaring yang memperkaya praktik—khususnya bila diintegrasikan dengan aktivitas simulasi/virtual lab dan evaluasi formatif.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu menjadi landasan penelitian berikutnya. Pertama, uji coba masih terbatas pada satu konteks kelas dan diseminasi terbatas, sehingga generalisasi temuan ke populasi yang lebih luas belum dapat dipastikan. Kedua, pengujian efektivitas dalam penelitian ini belum menggunakan rancangan perbandingan yang kuat (misalnya kelompok kontrol atau desain kuasi-eksperimen), sehingga klaim kausal perlu diuji lebih ketat pada penelitian lanjutan. Ketiga, penelitian belum memanfaatkan data proses (misalnya log penggunaan modul, durasi akses, pola penyelesaian latihan) yang dapat memperjelas mekanisme bagaimana e-modul berkontribusi terhadap hasil belajar; oleh karena itu penelitian berikutnya disarankan mengintegrasikan learning analytics untuk memetakan hubungan antara perilaku belajar dan capaian. Ke depan, penelitian dapat diperluas dengan pendekatan design-based implementation research untuk menguji keberlanjutan implementasi pada skala lebih luas (lintas kelas/angkatan/dosen) serta memastikan dukungan ekosistem pembelajaran yang diperlukan agar inovasi benar-benar teradopsi.

CONCLUSIONS

Penelitian ini menghasilkan bahan ajar berupa e-modul Analisis Sistem Komputer dan Jaringan yang dinyatakan layak untuk digunakan dalam pembelajaran, yang ditunjukkan melalui hasil validasi ahli materi, validasi ahli media, serta uji coba lapangan. Secara khusus, e-modul memperoleh penilaian sangat valid/layak dengan rata-rata skor keseluruhan 100% dari validator ahli, menunjukkan kesesuaian isi dan kualitas media yang memenuhi kriteria penerimaan. Dari aspek kepraktisan, hasil distribusi frekuensi sebesar 70% mengindikasikan bahwa e-modul berada pada kategori praktis, serta memberikan kemudahan bagi mahasiswa dalam proses pembelajaran. Sementara itu, dari aspek efektivitas, penerapan e-modul menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar berdasarkan pengukuran pre-test dan post-test, dengan rata-rata nilai setelah penggunaan e-modul sebesar 3,25 dan persentase 81,3% pada kategori sangat baik, serta nilai N-gain sebesar 0,64 yang termasuk kategori sedang, sehingga e-modul dinilai efektif dalam meningkatkan hasil belajar pada mata kuliah Analisis Sistem Komputer dan Jaringan.

REFERENCES

- [1] N. Nurkholis, "Pendidikan dalam upaya memajukan teknologi," *Jurnal Kependidikan*, vol. 1, no. 1, pp. 24–25, 2013, doi: 10.24090/jk.v1i1.53
- [2] Republik Indonesia, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*, 2003.
- [3] H. Habe and A. Ahiruddin, "Sistem Pendidikan Nasional," *Ekombis Sains: Jurnal Ekonomi, Keuangan Dan Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 39–45, 2017, doi: 10.24967/ekombis.v2i1.48.
- [4] OECD, *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing, 2018.
- [5] UNESCO, *Recommendation on Open Educational Resources (OER)*, 2019.
- [6] D. Lestari, E. S. Rahman, U. N. Makassar, et al., "Pengembangan bahan ajar pada mata kuliah perangkat keras," *Jurnal Media Elektrik*, vol. 17, no. 3, pp. 28–32, 2020, doi: 10.59562/metrik.v17i3.14962.
- [7] P. Mishra and M. J. Koehler, "Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge," *Teachers College Record*, vol. 108, no. 6, pp. 1017–1054, 2006, doi: 10.1111/j.1467-

9620.2006.00684.x.

- [8] C. Kurniawan and D. Kuswandi, *Pengembangan e-modul sebagai media literasi digital pada pembelajaran abad 21*, S. Anam, Ed., 2021.
- [9] R. E. Mayer, *Multimedia learning*, 3rd ed., Cambridge University Press, 2020.
- [10] R. C. Clark and R. E. Mayer, *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*, 4th ed., John Wiley & Sons, 2016.
- [11] N. S. Herawati and A. Muhtadi, "Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran Kimia kelas XI SMA," *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, vol. 5, no. 2, pp. 180–191, 2018, doi: 10.21831/jitp.v5i2.15424.
- [12] Z. Idayanti, "E-modul sebagai bahan ajar mandiri untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik," *Jurnal ... (Undiksha)*, 2024.
- [13] P. Gil, F. A. Candelas, and C. A. Jara, "Computer networks e-learning based on interactive simulations and SCORM," *International Journal of Online Engineering*, vol. 7, no. 2, 2011, doi: 10.3991/ijoe.v7i2.1638.
- [14] G. Woolcott, "Design and implementation of a smart learning environment for online computer networking courses," *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 2023.
- [15] W. P. Rey, et al., "Virtual Lab Integration in Network Management (VLI-NM): E-learning module development and evaluation," in *Proceedings ... (ACM)*, 2024, doi: 10.1145/3678726.3678777.
- [16] T. Plomp, *Educational Design Research: Part A—An Introduction*. SLO—Netherlands Institute for Curriculum Development, 2013.
- [17] S. McKenney and T. C. Reeves, *Conducting Educational Design Research*. Routledge, 2012.
- [18] R. P. Mahendri et al., "Development of interactive flipbook-based e-module for learning," 2023.
- [19] P. Resmanti et al., "Development of the e-module with project-based learning to improve student learning outcomes," 2024.
- [20] N. Andriani et al., "Development of an interactive e-module based on blended learning: Feasibility and effectiveness," *Jurnal Kependidikan*, 2024.
- [21] S. N. Sholihah et al., "Development of an electronic module (e-module) based on ...," 2023.
- [22] N. A. Rashid et al., "Cisco Packet Tracer simulation as effective pedagogy in teaching and learning computer networking," *Int. J. Interact. Mobile Technol.*, 2019.
- [23] G. Mwansa, M. R. Ngandu, and Z. S. Dasi, "Enhancing practical skills in computer networking: Evaluating the unique impact of simulation tools, particularly Cisco Packet Tracer, in resource-constrained higher education settings," *Education Sciences*, vol. 14, no. 10, p. 1099, 2024. <https://doi.org/10.3390/educsci14101099>
- [24] L. M. I. Sari, "A comparison between the use of Cisco Packet Tracer and GNS3 in computer network learning," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuruan*, 2018.
- [25] ACM, "Simulation-based learning via Cisco Packet Tracer to enhance networking lecture topics," *Proc. ACM Conf.*, 2022.
- [26] S. Asadi et al., "Simulation-based learning for computer and networking teaching: A systematic literature review and bibliometric analysis," 2024.
- [27] R. Heradio et al., "Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis," *Computers & Education*, vol. 98, pp. 14–38, 2016.