



Pengaruh Virtual Lab terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Mata Pelajaran Keamanan Jaringan

Irene Wijayanti¹, Puput Wanarti Rusimamto², Lilik Anifah³

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

E-mail: 25070895010@mhs.unesa.ac.id

Article Info	Abstract
Article History Received: 2026-01-07 Revised: 2026-02-13 Published: 2026-03-04 Keywords: <i>Virtual Lab; Problem Solving; Network Security; Computer Networking Learning; Network Simulation.</i>	This study investigates the effect of virtual laboratory integration on students' problem-solving ability in Network Security learning at vocational high schools. Despite the increasing demand for higher-order thinking skills in vocational education, limited access to physical networking equipment often constrains students' opportunities to develop systematic troubleshooting competencies. Addressing this gap, a quantitative correlational design was employed involving 100 students from the Computer and Network Engineering program. Data were collected through a validated problem-solving test and a structured questionnaire measuring the intensity of virtual lab utilization. Simple regression analysis was conducted to examine the predictive relationship between variables. The findings demonstrate that virtual laboratory utilization significantly predicts students' problem-solving ability ($R^2 = 0.6726$; $p < 0.05$), indicating a substantial contribution of simulation-based learning to analytical reasoning and systematic troubleshooting skills. These results provide empirical evidence supporting the pedagogical value of virtual laboratories in vocational network education and reinforce the integration of technology-enhanced experiential learning environments to foster higher-order cognitive competencies.
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2026-01-07 Direvisi: 2026-02-13 Dipublikasi: 2026-03-04 Kata kunci: <i>Virtual Lab; Pemecahan Masalah; Keamanan Jaringan; Pembelajaran TKJ; Simulasi Jaringan.</i>	Penelitian ini menganalisis pengaruh integrasi virtual laboratory terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa pada pembelajaran Keamanan Jaringan di SMK. Tuntutan penguasaan keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam pendidikan vokasi belum sepenuhnya didukung oleh ketersediaan perangkat praktik jaringan yang memadai, sehingga membatasi kesempatan siswa dalam mengembangkan kompetensi troubleshooting secara sistematis. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain korelasional yang melibatkan 100 siswa kompetensi keahlian Teknik Komputer dan Jaringan. Data dikumpulkan melalui tes kemampuan pemecahan masalah yang telah divalidasi serta angket terstruktur mengenai intensitas penggunaan virtual lab. Analisis regresi sederhana digunakan untuk menguji hubungan prediktif antarvariabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan virtual laboratory secara signifikan memprediksi kemampuan pemecahan masalah siswa ($R^2 = 0,6726$; $p < 0,05$), yang menunjukkan kontribusi substantif pembelajaran berbasis simulasi terhadap peningkatan kemampuan berpikir analitis dan troubleshooting sistematis. Temuan ini memberikan bukti empiris mengenai efektivitas virtual lab dalam pembelajaran jaringan vokasi serta memperkuat urgensi integrasi lingkungan belajar berbasis teknologi untuk mengembangkan kompetensi kognitif tingkat tinggi.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong terjadinya transformasi dalam praktik pembelajaran, khususnya pada pendidikan kejuruan yang menekankan keterpaduan antara pengetahuan teoretis dan keterampilan praktik (Smaldino, Lowther, & Russell, 2019). Pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) diarahkan untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi teknis, kemampuan berpikir kritis, serta keterampilan pemecahan masalah yang

relevan dengan kebutuhan dunia kerja abad ke-21 (Trilling & Fadel, 2009).

Pada kompetensi keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), siswa dituntut mampu memahami dan mengelola sistem jaringan komputer secara komprehensif, mulai dari perancangan topologi, konfigurasi perangkat, hingga penanganan gangguan keamanan jaringan (Sudira, 2016). Mata pelajaran Keamanan Jaringan memiliki peran strategis karena berkaitan langsung dengan isu kerahasiaan data, integritas sistem, dan ketersediaan layanan jaringan. Pembelajaran pada mata pelajaran ini

tidak cukup hanya berorientasi pada hafalan konsep, tetapi harus melatih siswa untuk menganalisis masalah, merumuskan solusi, serta melakukan troubleshooting secara sistematis.

Kemampuan pemecahan masalah merupakan bagian dari keterampilan berpikir tingkat tinggi (higher order thinking skills) yang esensial dalam pendidikan modern. Menurut Polya (2004), proses pemecahan masalah mencakup tahapan memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan melakukan evaluasi terhadap hasil. Dalam konteks pembelajaran jaringan, kemampuan ini tercermin pada aktivitas analisis kesalahan konfigurasi, gangguan konektivitas, maupun ancaman keamanan yang memerlukan penalaran logis dan pengambilan keputusan yang tepat (Heller & Heller, 2010).

Namun demikian, implementasi pembelajaran Keamanan Jaringan di sekolah sering menghadapi berbagai keterbatasan. Ketersediaan perangkat jaringan fisik yang terbatas, tingginya biaya pengadaan dan perawatan alat, serta risiko kerusakan perangkat akibat kesalahan konfigurasi menjadi kendala utama dalam memberikan pengalaman praktik yang optimal kepada siswa (Cisco Networking Academy, 2022). Selain itu, waktu pembelajaran yang terbatas seringkali membuat guru kesulitan memberikan kesempatan praktik yang cukup bagi setiap siswa untuk bereksplorasi dan belajar dari kesalahan.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pemanfaatan virtual laboratory (virtual lab) berbasis simulasi jaringan menjadi alternatif solusi yang relevan. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan dalam pembelajaran jaringan adalah Cisco Packet Tracer. Aplikasi ini memungkinkan siswa merancang topologi, mengonfigurasi perangkat jaringan, serta menguji konektivitas dan keamanan sistem secara virtual (Hidayat & Pranoto, 2021). Dengan lingkungan simulasi, siswa dapat melakukan eksperimen tanpa risiko merusak perangkat fisik, sehingga proses belajar menjadi lebih aman, fleksibel, dan efisien.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi dalam pembelajaran teknik dan vokasi dapat meningkatkan pemahaman konsep, keterlibatan siswa, serta kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Makransky, Toth, & Petersen, 2016). Virtual lab tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai wahana experiential learning yang memungkinkan siswa belajar melalui pengalaman langsung (Kolb,

2015). Melalui aktivitas simulasi, siswa didorong untuk aktif mengeksplorasi, menguji hipotesis, dan merefleksikan hasil yang diperoleh.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji efektivitas laboratorium virtual dalam meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa, sebagian besar studi tersebut berfokus pada aspek pemahaman konsep atau motivasi belajar secara umum. Kajian yang secara spesifik menganalisis pengaruh penggunaan virtual laboratory terhadap kemampuan pemecahan masalah pada mata pelajaran Keamanan Jaringan di konteks pendidikan vokasi masih relatif terbatas, khususnya pada kompetensi keahlian Teknik Komputer dan Jaringan. Padahal, kemampuan pemecahan masalah dalam pembelajaran jaringan tidak hanya menuntut pemahaman konseptual, tetapi juga keterampilan troubleshooting yang sistematis dan berbasis analisis logis.

Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menguji secara empiris kontribusi penggunaan virtual laboratory berbasis Cisco Packet Tracer terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa melalui pendekatan kuantitatif inferensial. Penelitian ini tidak hanya mengukur hubungan antarvariabel, tetapi juga mengidentifikasi besarnya kontribusi virtual lab dalam menjelaskan variasi kemampuan problem solving siswa. Dengan demikian, studi ini memberikan kontribusi teoretis dalam penguatan model pembelajaran berbasis simulasi pada pendidikan vokasi serta kontribusi praktis bagi pengembangan strategi pembelajaran Keamanan Jaringan yang lebih adaptif terhadap tuntutan keterampilan abad ke-21.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain korelasional eksplanatori. Desain ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk menguji hubungan dan besarnya pengaruh penggunaan virtual laboratory terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa pada mata pelajaran Keamanan Jaringan. Pendekatan kuantitatif memungkinkan pengukuran variabel secara objektif serta analisis hubungan antarvariabel menggunakan prosedur statistik inferensial.

1. Desain dan Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan dua variabel utama, yaitu:

- a) Variabel independen (X): Penggunaan virtual laboratory berbasis Cisco Packet Tracer dalam pembelajaran Keamanan Jaringan.

b) Variabel dependen (Y): Kemampuan pemecahan masalah siswa.

Penggunaan virtual laboratory dioperasikan sebagai tingkat intensitas dan kualitas pemanfaatan simulasi jaringan dalam kegiatan praktik pembelajaran. Sementara itu, kemampuan pemecahan masalah didefinisikan sebagai kemampuan siswa dalam mengidentifikasi permasalahan jaringan, menganalisis penyebab, merumuskan strategi penyelesaian, serta mengevaluasi hasil penyelesaian secara sistematis.

Model hubungan antarvariabel dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = a + bX + e$$

di mana:

Y = kemampuan pemecahan masalah

a = konstanta

b = koefisien regresi

X = penggunaan virtual laboratory

e = error

2. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kompetensi keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan yang mengikuti pembelajaran Keamanan Jaringan pada semester berjalan. Sampel penelitian berjumlah 100 siswa, yang ditentukan menggunakan teknik proportional random sampling. Teknik ini digunakan untuk memberikan peluang yang sama bagi setiap anggota populasi untuk terpilih sebagai sampel sesuai proporsi kelas.

Kriteria inklusi sampel meliputi:

- Telah memperoleh materi dasar jaringan komputer.
- Mengikuti pembelajaran Keamanan Jaringan menggunakan Cisco Packet Tracer sebagai media praktik.
- Mengikuti seluruh rangkaian penelitian dari awal hingga akhir.

Jumlah sampel dinilai memadai untuk analisis regresi sederhana karena telah memenuhi ketentuan minimal analisis statistik inferensial.

Penelitian dilaksanakan pada satuan pendidikan kejuruan yang menyelenggarakan pembelajaran Keamanan Jaringan dengan dukungan media simulasi jaringan berbasis Cisco Packet Tracer. Pelaksanaan penelitian

dilakukan pada semester genap tahun ajaran berjalan dalam konteks pembelajaran reguler.

3. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terdiri atas dua jenis, yaitu tes kemampuan pemecahan masalah dan angket penggunaan virtual laboratory.

a) Tes Kemampuan Pemecahan Masalah

Tes disusun dalam bentuk soal berbasis studi kasus jaringan yang menuntut siswa melakukan analisis dan penyelesaian masalah konfigurasi maupun gangguan keamanan jaringan. Tes dikembangkan berdasarkan indikator pemecahan masalah yang meliputi:

- Memahami masalah
- Merencanakan penyelesaian
- Melaksanakan strategi penyelesaian
- Mengevaluasi hasil penyelesaian

Validitas instrumen diuji melalui:

- Validitas isi, dengan meminta penilaian ahli materi dan ahli evaluasi pembelajaran.
- Validitas empiris, menggunakan korelasi Product Moment.

Reliabilitas tes dihitung menggunakan koefisien Cronbach's Alpha, dengan kriteria reliabel apabila $\alpha > 0,70$.

b) Angket Penggunaan Virtual Laboratory

Angket disusun menggunakan skala Likert 5 tingkat (1 = sangat tidak setuju sampai 5 = sangat setuju). Indikator yang diukur meliputi:

- Intensitas penggunaan simulasi
- Kemudahan penggunaan aplikasi
- Kejelasan visualisasi topologi dan konfigurasi
- Dukungan terhadap praktik troubleshooting
- Efektivitas dalam memahami konsep keamanan jaringan

Uji validitas dan reliabilitas angket dilakukan sebelum pengambilan data utama untuk memastikan kelayakan instrumen.

4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

- Tahap persiapan, meliputi penyusunan instrumen, validasi ahli, dan uji coba instrumen.
- Tahap pelaksanaan, yaitu penerapan pembelajaran Keamanan Jaringan

menggunakan virtual laboratory berbasis Cisco Packet Tracer.

- c) Tahap pengumpulan data, berupa pemberian tes kemampuan pemecahan masalah dan penyebaran angket kepada siswa.
- d) Tahap pengolahan dan analisis data menggunakan perangkat lunak statistik.
- e) Tahap penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis inferensial.

5. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui dua tahap, yaitu analisis deskriptif dan inferensial.

- a) Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata, standar deviasi, skor minimum, dan maksimum masing-masing variabel.

- b) Uji prasyarat analisis, meliputi:

- 1) Uji normalitas (Kolmogorov-Smirnov)
- 2) Uji linearitas hubungan antarvariabel

Setelah memenuhi prasyarat, dilakukan analisis regresi sederhana untuk menguji pengaruh penggunaan virtual laboratory terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa.

Pengujian hipotesis dilakukan pada taraf signifikansi 0,05. Besarnya kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Analisis deskriptif menunjukkan bahwa skor rata-rata penggunaan virtual laboratory berbasis Cisco Packet Tracer sebesar 63.36 dengan standar deviasi 9.89. Skor minimum tercatat sebesar 51.76 dan skor maksimum sebesar 88.24. Sementara itu, kemampuan pemecahan masalah siswa memiliki rata-rata sebesar 55.07 dengan standar deviasi 9.54, dengan skor minimum 42.85 dan maksimum 74.28. Hal ini menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki variasi data yang memadai untuk dianalisis lebih lanjut.

Untuk menguji pengaruh penggunaan virtual lab terhadap kemampuan pemecahan masalah, dilakukan analisis regresi sederhana. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Regresi Sederhana

Variabel	Koefisien (B)	Std. Error	t	Sig.
Konstanta	4.982	3.536	1.41	0.162
Virtual Lab	0.790	0.055	14.33	0.000

$$\begin{aligned} R^2 &= 0.6726 \\ F(1,100) &= 205.42 \\ \text{Sig.} &= 0.000 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 1, nilai signifikansi sebesar 0.000 (< 0.05) menunjukkan bahwa model regresi signifikan secara statistik. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.6726 mengindikasikan bahwa 67.26% variasi kemampuan pemecahan masalah dapat dijelaskan oleh penggunaan virtual laboratory, sedangkan 32.74% dipengaruhi oleh variabel lain di luar model penelitian.

Koefisien regresi sebesar 0.790 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan skor penggunaan virtual lab akan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah sebesar 0.790 satuan. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh penggunaan virtual lab terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa dinyatakan diterima.

B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan virtual laboratory berbasis Cisco Packet Tracer berpengaruh positif dan signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa pada mata pelajaran Keamanan Jaringan. Besarnya nilai koefisien determinasi (67,26%) menunjukkan bahwa virtual lab memberikan kontribusi yang kuat terhadap peningkatan kemampuan tersebut.

Temuan ini sejalan dengan pandangan konstruktivistik modern yang menekankan bahwa pembelajaran efektif terjadi ketika peserta didik secara aktif membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung dan interaksi dengan lingkungan belajar berbasis teknologi (Schunk, 2016; Ertmer & Newby, 2016). Virtual laboratory menyediakan lingkungan simulatif yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi, eksperimen, dan refleksi terhadap konfigurasi jaringan secara mandiri. Proses ini mendorong terbentuknya pemahaman konseptual yang lebih mendalam sekaligus keterampilan aplikatif yang relevan dengan konteks vokasi.

Kemampuan pemecahan masalah merupakan bagian dari keterampilan berpikir tingkat tinggi (higher order thinking skills) yang mencakup kemampuan analisis, evaluasi, dan pengambilan keputusan secara sistematis (Brookhart, 2018; Facione, 2015). Melalui simulasi pada Cisco Packet Tracer, siswa tidak hanya mengikuti prosedur teknis, tetapi juga

dihadapkan pada skenario troubleshooting yang menuntut identifikasi masalah, analisis penyebab, dan perumusan solusi secara logis. Lingkungan simulasi yang interaktif tersebut memperkuat proses metakognitif dan mendorong pengembangan strategi penyelesaian masalah secara mandiri.

Dalam konteks pendidikan vokasi abad ke-21, integrasi teknologi digital dalam pembelajaran praktik sangat penting untuk meningkatkan kesiapan kerja siswa (OECD, 2018). Penggunaan virtual lab memungkinkan siswa melakukan konfigurasi dan pengujian sistem jaringan tanpa keterbatasan perangkat fisik, sehingga meningkatkan intensitas latihan dan kesempatan belajar. Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat meningkatkan keterlibatan belajar, efisiensi waktu praktik, serta efektivitas pembelajaran berbasis teknologi (Radianti et al., 2020; Potkonjak et al., 2016).

Temuan penelitian ini juga diperkuat oleh hasil studi mutakhir yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis simulasi digital secara signifikan meningkatkan keterampilan analitis dan problem solving pada pendidikan teknik dan vokasi (Lambert & Cates, 2020; Almarzooqi et al., 2022). Selain itu, implementasi virtual laboratory dalam pembelajaran jaringan komputer terbukti meningkatkan kemampuan troubleshooting melalui praktik berulang dalam lingkungan yang aman dan terkontrol (Santos et al., 2021; Kumar & Sharma, 2023). Lingkungan belajar berbasis simulasi memberikan ruang bagi siswa untuk melakukan kesalahan, merefleksi, dan memperbaiki strategi tanpa risiko kerusakan perangkat fisik, sehingga mempercepat proses internalisasi konsep dan prosedur teknis.

Dengan demikian, integrasi virtual laboratory dalam pembelajaran Keamanan Jaringan tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa, tetapi juga secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Hasil ini memperkuat urgensi pemanfaatan media pembelajaran berbasis simulasi dalam pendidikan vokasi, khususnya pada kompetensi keahlian Teknik Komputer dan Jaringan.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis regresi sederhana, dapat disimpulkan bahwa

penggunaan virtual laboratory berbasis Cisco Packet Tracer berpengaruh positif dan signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa pada mata pelajaran Keamanan Jaringan. Nilai koefisien determinasi sebesar 0.6726 menunjukkan bahwa 67.26% variasi kemampuan pemecahan masalah dapat dijelaskan oleh penggunaan virtual lab, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian.

Koefisien regresi sebesar 0.790 menunjukkan bahwa peningkatan intensitas dan kualitas penggunaan virtual lab berkontribusi secara langsung terhadap peningkatan kemampuan siswa dalam menganalisis permasalahan jaringan, mengidentifikasi kesalahan konfigurasi, serta merumuskan solusi secara sistematis. Dengan demikian, integrasi virtual laboratory dalam pembelajaran Keamanan Jaringan terbukti efektif dalam mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah pada siswa kompetensi keahlian Teknik Komputer dan Jaringan.

B. Saran

Penggunaan virtual laboratory perlu diintegrasikan secara sistematis dalam pembelajaran Keamanan Jaringan untuk meningkatkan kualitas praktik dan kemampuan pemecahan masalah siswa. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model pembelajaran yang dikombinasikan dengan virtual lab serta menambahkan variabel pendukung lainnya guna memperluas kontribusi penelitian terhadap pengembangan pembelajaran berbasis teknologi dalam pendidikan vokasi.

DAFTAR RUJUKAN

- ALMARZOOQI, S., LOPES, J. & KOCH, S., 2022. The effectiveness of simulation-based learning in technical and vocational education: A meta-analysis. *Education Sciences*, 12(4), pp.1–18.
<https://doi.org/10.3390/educsci12040234>
- BROOKHART, S.M., 2018. *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*. Alexandria: ASCD.
- ERTMER, P.A. & NEWBY, T.J., 2016. Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance*

- Improvement Quarterly, 29(2), pp.45–63.
<https://doi.org/10.1002/piq.21243>
- FACIONE, P.A., 2015. Critical thinking: What it is and why it counts. Insight Assessment.
- KUMAR, R. & SHARMA, P., 2023. Virtual laboratory implementation in computer networking courses: Effects on students' analytical and troubleshooting skills. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(5), pp.112–126.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v18i05.36472>
- LAMBERT, R. & CATES, W., 2020. Simulation-based learning and problem-solving skills development in secondary technical education. *Journal of Technology Education*, 31(2), pp.45–60.
<https://doi.org/10.21061/jte.v31i2.a.3>
- OECD, 2018. The future of education and skills: Education 2030. Paris: OECD Publishing.
- POTKONJAK, V., GARDNER, M., CALLAGHAN, V., MATILLA, P., GUETTLER, K., PETROVIĆ, V.M. & JOVANOVIĆ, K., 2016. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, pp.309–327.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- RADIANTI, J., MAJCHRZAK, T.A., FROMM, J. & WOHLGENANT, I., 2020. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, p.103778.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- SANTOS, G., FERREIRA, A. & RIBEIRO, J., 2021. Virtual labs in engineering education: Student engagement and learning outcomes. *Education and Information Technologies*, 26, pp.1–19.
<https://doi.org/10.1007/s10639-020-10332-4>
- SCHUNK, D.H., 2016. Learning theories: An educational perspective. 7th ed. Boston: Pearson.