

VILANETS: INOVASI MEDIA PEMBELAJARAN JARINGAN KOMPUTER

Gede Saindra Santyadiputra^{1),2)}, Syamsul Hadi¹⁾

¹Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

²Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha
Email: gsaindras@undiksha.ac.id

ABSTRAK

Pembelajaran jaringan komputer melibatkan teori dasar dan banyak konsep abstrak di dalamnya. Praktikum merupakan cara untuk mengaplikasikan teori yang didapat. Namun, praktikum jaringan komputer membutuhkan perangkat yang mahal, waktu lama, dan kolaborasi dalam bekerja. Hal ini tidak mungkin dilakukan pada laboratorium fisik. Diperlukan media pembelajaran virtual yang mengadopsi model simulasi sehingga dapat menterjemahkan praktikum. Media-media pembelajaran terdahulu ternyata belum menyelesaikan masalah yang terjadi di lapangan. Tujuan artikel ini adalah menelaah inovasi media pembelajaran yang digunakan dalam praktikum jaringan komputer selama satu dekade terakhir untuk melihat aspek-aspek inovatif yang sudah dan belum dilakukan. Metode yang digunakan adalah mengkaji literatur serta menelaah hasil kajian secara komprehensif. Hasil yang didapat, ada tiga aspek yang harus dipenuhi yakni ketersediaan, aksesibilitas, dan skalabilitas dalam media pembelajaran jaringan komputer. Ketiga aspek tersebut digunakan dalam acuan melakukan proses inovasi sehingga melahirkan gagasan media pembelajaran Vilanets yang pada prosesnya mengandung unsur-unsur manajemen inovatif.

Kata kunci: virtualisasi, simulasi, praktikum jaringan komputer, media pembelajaran, proses inovasi

ABSTRACT

Learning computer networks involves basic theory and many abstract concepts in it. Practicum is a way to apply the theory obtained. However, computer network practicum requires expensive devices, takes a long time, and collaborates in work. This is not possible in a physical laboratory. Virtual learning media is needed that adopts a simulation model so that practicum can take place. The previous learning media apparently did not solve the problems that occurred in the field. The purpose of this article is to examine the innovations of instructional media used in computer network practicums over the last decade to see innovative aspects that have been and have not been implemented. The method used is to review the literature and examine the results of the study comprehensively. The results obtained, there are three aspects that must be met namely availability, accessibility, and scalability in computer network learning media. These three aspects are used as a reference for carrying out the innovation process so as to give birth to the idea of Vilanets learning media which in the process contain elements of innovative management.

Keywords : virtualization, simulation, computer network practicum, learning media, innovation process

1. PENDAHULUAN

Laboratorium praktikum mata kuliah jaringan komputer seyogyanya dapat mengakomodir aktivitas peserta didik dalam melakukan kegiatan praktiknya. Kegiatan praktikum bertujuan membuktikan teori-teori yang didapat sebelumnya dengan cara melakukan eksperimen-eksperimen dengan melihat proses keterhubungan komputer di dalam konsep jaringan komputer serta prosedur praktis dan teknik dalam konfigurasi perangkat-perangkat jaringan komputer. Praktikum untuk mata kuliah jaringan komputer membutuhkan peralatan memadai baik dalam jumlah maupun kemampuan agar semua peserta didik dapat melakukan praktik dalam waktu yang sama. Peralatan umum yang

dibutuhkan seperti router, switch, access point, kabel jaringan, komputer server, komputer client dan lain sebagainya.

Hal ini tentu saja menimbulkan permasalahan. Sangat jarang laboratorium praktikum jaringan komputer dapat mengakomodir hal tersebut. Terdapat berbagai hambatan dalam mewujudkannya seperti harga peralatan dan biaya perawatan yang mahal, sumber daya manusia yang relatif sedikit yang dapat mengelola peralatan laboratorium, waktu praktikum yang kurang dan tidak dinamis, akses yang terbatas dalam menggunakan peralatan, hingga spesifikasi peralatan yang digunakan di lapangan yang relatif terus mengalami pembaharuan sehingga laboratorium kewalahan dalam mengikutinya. Terdapat beberapa solusi sementara seperti menggunakan simulasi berbasis teknologi virtualisasi, kebijakan penggunaan laboratorium yang fleksibel, hingga perombakan jadwal penggunaan lab. Seluruh solusi tersebut ternyata tidak efektif. Namun sayangnya, simulasi berbasis virtualisasi yang dijalankan secara lokal menghadirkan masalah baru. Virtualisasi membutuhkan spesifikasi komputer yang tinggi karena tergolong pemrosesan yang berat. Kebijakan penggunaan laboratorium yang fleksibel tentu tidak efektif mengingat sumber daya yang dimiliki juga terbatas, seperti jumlah pegawai dan jam kerja yang tidak mungkin ditambah. Selain itu, peserta didik juga harus dapat ke lab untuk praktikum sehingga butuh penyesuaian jadwal penggunaan lab. Perombakan jadwal juga sangat tidak mungkin dilakukan secara menyeluruh dikarenakan tidak banyak ruang lab yang dapat digunakan dan mempengaruhi jadwal lainnya.

Perlu langkah inovatif dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. *Virtual laboratory* berbasis *cloud* merupakan suatu konsep inovatif sebagai langkah penyempurnaan dari solusi sementara. Konsep ini mengadopsi seluruh kemampuan simulasi berbasis virtual dengan menambahkan fitur *cloud* yang memberikan fleksibilitas dan kemampuan yang tinggi dengan harga yang disesuaikan dengan pemakaian. *Virtual laboratory*, yang juga dikenal dengan lab maya, adalah sebuah konsep media pembelajaran jarak jauh. Lab maya dapat diakses melalui jaringan sehingga tidak perlu ke lab hanya untuk melakukan praktikum. Lab maya juga dapat menampung konten atau materi yang dapat disimulasikan oleh peserta didik. Terdapat studi menunjukkan bahwa simulasi menggunakan laboratorium virtual dapat membantu peserta didik dalam menghubungkan antara teori dengan praktik, memvisualisasikan suatu proses atau mekanisme, dapat berkontribusi pada peningkatan aktivitas belajar dan motivasi, serta merupakan suplemen yang efektif untuk kegiatan pengajaran [1]. Keuntungan simulasi laboratorium virtual adalah biaya lebih murah daripada latihan langsung yang membutuhkan peralatan mahal [2]. Laboratorium konvensional memiliki harga yang mahal dan memakan waktu sedangkan laboratorium virtual dapat menghemat uang, waktu, dan tenaga yang memungkinkan pengguna untuk melakukan eksperimen secara individual dan mengulangnya beberapa kali jika diperlukan [3]. Simulasi laboratorium virtual juga telah terbukti menjadi alat pengajaran yang sangat menjanjikan karena mengakomodasi peserta didik pada tingkat akademik yang berbeda, serta peserta didik terus-menerus diaktifkan selama simulasi yang mencakup kombinasi praktikum virtual, animasi, pertanyaan kuis, dan teori latar belakang [4]. Laboratorium virtual memiliki potensi untuk meningkatkan persiapan peserta didik untuk melakukan latihan pada lab fisik atau lapangan [5]. Tujuan artikel ini adalah menelaah inovasi satu dekade terakhir terkait media pembelajaran praktikum jaringan komputer untuk melihat aspek-aspek inovatif di dalamnya.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan adalah studi literatur yang terdiri dari 4 tahap [6]: memilih topik yang akan direview, memilih jurnal nasional dan internasional relevan, melakukan analisis dan sintesis literatur, mengorganisasi/menyusun hasil review. Topik yang dipilih adalah proses inovasi media pembelajaran dengan beberapa sub topik seperti manajemen inovatif media pembelajaran mode asinkron, integrasi teknologi (*platform* simulasi *PNETLab*, *cloud*, dan virtualisasi), dan suplemen pembelajaran berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dalam bentuk digital. Pemilihan jurnal yang relevan dengan topik dan sub topik menggunakan *Google Scholar* dan bantuan aplikasi *Publish or Perish* dengan kata kunci *Cisco Packet Tracer*, *PNETLab*, *Goggle Cloud Platform*, *VMware*, dan LKPD. Total artikel yang ditemukan adalah 225 artikel terindeks Scopus dan Sinta pada rentang waktu 10 tahun terakhir (2012-2022). Hasil penelusuran artikel dikerucutkan menjadi 46 artikel terpilih. Analisis dan sintesis dilakukan terhadap 46 artikel terpilih yang dijadikan acuan dalam menelaah proses inovasi yang terjadi pada media pembelajaran praktikum jaringan komputer. Terakhir, dilakukan organisasi dan penyusunan hasil review dalam pembahasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Media Pembelajaran Inovatif

Berpikir konvergen adalah suatu pola pikir yang memiliki standar dan analisis probabilitas dalam menyelesaikan masalah dengan tepat (*problem solver*) melalui proses pencarian solusi yang konkret dan berfokus pada pencarian alternatif jawaban paling efektif dari setiap permasalahan yang ada. Sedangkan berpikir divergen adalah suatu pola pikir yang kaya akan kreativitas dengan memenuhi delapan elemen berpikir divergen. Kedelapan elemen tersebut adalah kompleksitas, keingintahuan, elaborasi, fleksibilitas, kefasihan, imajinasi, orisinalitas, dan pengambilan risiko. Kompleksitas adalah kemampuan untuk mengonseptualisasikan ide-ide yang dianggap sulit. Keingintahuan merupakan kemampuan menggali sebuah ide lebih dalam, seperti keinginan untuk mencari tahu banyak hal serta informasi dan sering bertanya tentang topik yang membuat penasaran. Elaborasi adalah proses pembentukan ide-ide baru yang memungkinkan dari sesuatu yang sudah ada. Fleksibilitas merupakan keahlian menciptakan dan beradaptasi dalam perubahan ide awal termasuk kefasihan atau kemampuan memberikan beragam jawaban atas suatu pertanyaan serta menemukan solusi potensial. Imajinasi adalah kemampuan berpikir secara liar dan menemukan ide tidak biasa atau *out of the box* di mana imajinasi akan mendorong orisinalitas, ide segar, berbeda, dan belum pernah ditemukan sebelumnya. Pengambilan risiko berarti berani menghadapi masalah yang timbul dari percobaan-percobaan yang dilakukan [7].

Media pembelajaran berarti segala sesuatu yang dapat digunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemampuan atau keterampilan peserta didik sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar. Penciptaan instruksi yang disengaja tentang media adalah kunci untuk memajukan pembelajaran peserta didik [8]. Media memiliki peran yang sangat penting dalam keberlangsungan pembelajaran di kelas. Oleh karena itu, diperlukan pergeseran pemikiran menuju lingkungan inovatif dan kreatif yang dapat mendukung produksi media pembelajaran sehingga dapat digunakan bersama-sama. Disrupsi teknologi merupakan kekuatan yang mendorong perubahan sosial dan organisasi serta persepsi inovasi sebagai kemampuan manusia untuk menciptakan sesuatu yang baru dan berbeda untuk kepentingannya [9]. Implikasinya, dalam pembuatan media pembelajaran inovatif untuk pengajaran praktis, banyak komponen kunci yang harus diperhatikan dalam merancang media inovatif, antara lain berpikir analitis, berpikir kritis, berbagi pendapat, mengungkapkan ide-ide rasional, dan mengembangkan pikiran terbuka. Pendidik yang inovatif berkesempatan mengintegrasikan model pembelajaran tatap muka dan digital untuk memajukan model pembelajaran yang terlibat, efektif, efisien dan terjangkau di abad 21 [10]. Media pembelajaran inovatif menitikberatkan pada proses pembelajaran peserta didik yang dirancang, dikembangkan dan dikelola secara kreatif, dinamis, dengan menerapkan pendekatan multi arah menjadi lebih baik, dan menggunakan media terkini untuk menciptakan suasana dan proses pembelajaran yang kondusif bagi peserta didik. *Vilnets* dibentuk berdasarkan aspek inovatif yaitu kreativitas dan *problem solver*. Kreativitas dianggap sebagai prasyarat yang sangat diperlukan untuk kemampuan inovatif [11]. Aspek kreativitas yang dimaksud meliputi kebaruan atau orisinalitas, utilitas atau kegunaan [12], serta menghadirkan solusi yang bersifat divergen dan konvergen [13].

Berdasarkan konstruksi teori inovasi dan media pembelajaran, definisi media pembelajaran inovatif adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemampuan atau keterampilan peserta didik sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar yang dirancang berdasarkan aspek berpikir konvergen (*problem solving*) dan aspek berpikir divergen.

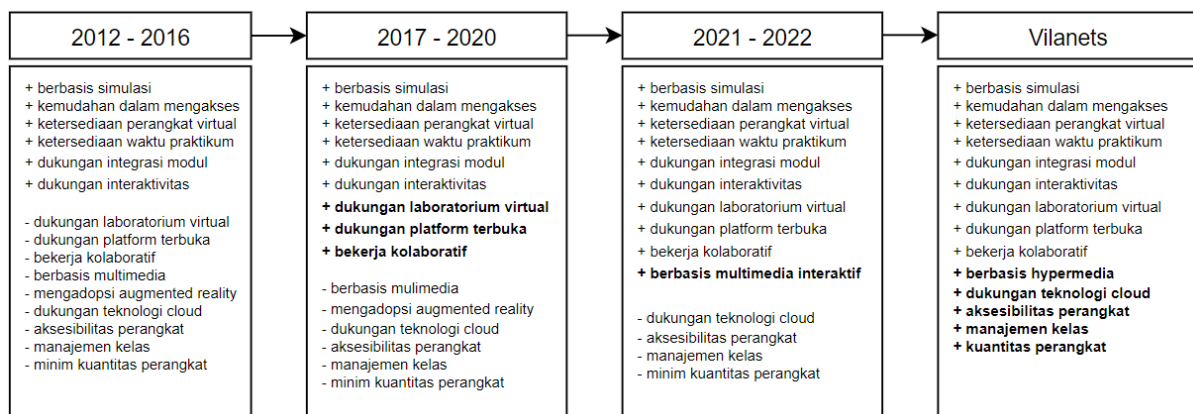
B. Perkembangan Media Pembelajaran Jaringan Komputer

Konsep jaringan komputer cukup abstrak dan kompleks [14]. Sangat sulit peserta didik untuk membayangkan konsep jaringan komputer, format protokol, dan memahami aliran paket [15]. Abstraksi dalam jaringan komputer seperti kompleksitas dalam *layering* jaringan TCP/IP, koneksi dan konfigurasi kerangka kerja klien dan server, perbedaan konfigurasi alamat IP statis dan dinamis telah memberikan tantangan besar bagi peserta didik untuk memahami dan memahami inti konsep teknologi jaringan komputer [16]. Oleh karenanya, diperlukan media jaringan komputer berbasis simulasi untuk dapat membantu memahami konsep kunci jaringan komputer, menjadi alternatif media tambahan untuk pengajaran konsep jaringan [17], sekaligus menghilangkan beberapa abstraksi [16], memahami secara mendalam perutean paket di antara perangkat jaringan [18] sehingga pemahaman peserta didik meningkat [15], [19] dan proses pembelajaran dapat berjalan efisien [18], [20].

Pembelajaran berbasis simulasi dapat meningkatkan efektivitas [20]–[22] mencakup penggunaan aplikasi, tujuan pembelajaran, dan tampilan. Simulasi juga memberikan aksesibilitas mencakup kemudahan dalam mengakses yang menjadi fitur utama yang perlu dipertimbangkan pengembang saat mengembangkan [23]. Praktikum berbasis simulasi diciptakan untuk memberikan pengalaman pengguna yang kaya dan terbuka yang meniru aspek penting dari dunia nyata yang relevan dengan pengetahuan teknis, pemahaman sosial, dan penerapan keterampilan dalam domain jaringan [24]. Praktikum berbasis simulasi memanfaatkan teknologi informasi dalam latihan konfigurasi dan materi online yang tersedia selama latihan. Keuntungannya adalah penghematan biaya yang signifikan [22], memungkinkan pemanfaatan waktu untuk berlatih, adanya mode lokal untuk akses sumber materi yang berakibat pada peningkatan akses [25], dan pengalaman bekerja menggunakan peralatan nyata [26].

Teknologi jaringan berfokus pada praktik yang mengharuskan peserta didik menguasai konfigurasi untuk berbagai jenis perangkat jaringan dan layanan jaringan sistem operasi yang berbeda. Praktikum semacam itu memerlukan perangkat yang mahal [21] dan waktu praktik yang banyak [27], serta memerlukan kolaborasi antar peserta didik sehingga dapat bekerja dengan topologi yang kompleks [26]. Untuk mendukung ketersediaan waktu dan perangkat diperlukan teknologi virtualisasi [27]. Media pembelajaran virtual memerlukan desain antarmuka yang baik dan telah digunakan secara intensif oleh peserta didik untuk membangun, mengonfigurasi, dan memecahkan masalah jaringan dalam lingkungan jaringan virtual [28]. Virtualisasi dapat merampingkan proses pembelajaran jaringan komputer [20] sehingga meningkatkan efisiensi dan keandalan untuk pembelajaran jaringan komputer [29].

Integrasi antara *platform* dan modul praktikum sangat diperlukan untuk mendukung aksesibilitas yang lebih komprehensif. Penggunaan *platform* pembelajaran secara terbuka memungkinkan penggunaan perangkat lunak secara berbagi untuk membuat proyek kelompok lebih dinamis serta kolaboratif [30]. Menggabungkan fitur-fitur simulator dengan *platform* pembelajaran terbuka dapat menghadirkan mekanisme pengelolaan pembelajaran yang kuat. Penggabungan tersebut dapat meningkatkan pengalaman belajar dan mengajar jaringan [31]. Penggunaan perangkat pembelajaran elektronik menggunakan bahan ajar yang diintegrasikan dengan lingkungan pembelajaran elektronik menyebabkan terbentuknya laboratorium dengan lingkungan virtual modern [32] yang lebih aman, terjamin, mudah, murah, dan terjangkau [19]. Integrasi modul dan *platform* dapat memudahkan pembuatan proyek, membantu menciptakan aktivitas berkualitas dalam waktu yang lebih singkat, dan menghindari kesalahan [33]. Teknologi yang wajib ada untuk mengintegrasikannya adalah sebuah jaringan komputer yang dapat dikelola sendiri namun tidak harus ada server fisik. Jaringan ini bertujuan untuk berbagi informasi dan manajemen korespondensi antar kelompok yang bekerja dalam laboratorium [34]. Teknologi yang memungkinkan adalah teknologi cloud. Aspek-aspek yang muncul dari hasil telaah artikel satu dekade terakhir ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Aspek-aspek media pembelajaran jaringan komputer satu dekade terakhir

Hasil telaah artikel media pembelajaran jaringan komputer dalam satu dekade terakhir (2012-2022) tidak menemukan integrasi teknologi cloud. Teknologi cloud dapat memberikan dukungan pada aspek skalabilitas yakni dukungan bekerja secara kolaboratif, aksesibilitas dan kuantitas perangkat yang cukup, serta dukungan manajemen kelas. Hal ini yang menggerakkan munculnya proses inovasi media pembelajaran jaringan komputer ke arah yang lebih baik yakni media pembelajaran *Vilanets*. Adapun peluang-peluang integrasi teknologi lainnya ditunjukkan dengan banyaknya produsen peralatan jaringan dan perusahaan perangkat lunak telah mengembangkan berbagai perangkat lunak simulasi

[35]. Tentunya hal itu dapat memberikan lingkungan belajar yang baik kepada peserta didik yang akan digunakan pada pembelajaran jaringan komputer di masa depan. Teknologi lainnya yang dimaksud adalah skema pembelajaran online melalui aplikasi remote desktop [36], simulasi berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) [37], aplikasi kendali jarak jauh desktop yang memungkinkan koneksi jarak jauh ke komputer lainnya [38], media pembelajaran dengan lingkungan pintar untuk pelatihan adaptif keterampilan jaringan komputer [39], *digital escape room* [40], media *streaming* dengan mengadopsi mode *peer-to-peer* (P2P) [41], media pembelajaran interaktif berbasis *augmented reality* [42], *platform* pengajaran eksperimental simulasi virtual [43], dan *multimedia assisted technology* [44].

C. Vilanets: Virtual Laboratory Network Simulation

Virtual Laboratory Network Simulation (*Vilanets*) merupakan suatu langkah inovatif berpikir konvergen dan divergen dalam mewujudkan media pembelajaran jarak jauh dengan memadukan antara konsep simulasi, virtualisasi, dan cloud. Simulasi merupakan aktivitas praktikum yang dikondisikan sedemikian rupa sehingga dapat menyerupai kegiatan aslinya. *Vilanets* merupakan upaya untuk menyelesaikan permasalahan (*problem solver*) yang merupakan bagian dari berpikir konvergen. Masalah yang ingin diselesaikan adalah masalah ketersediaan, akses, dan skalabilitas yang masih ada pada media pembelajaran sebelumnya. Terdapat adopsi teknologi yang digunakan: virtualisasi dan cloud. Virtualisasi merupakan teknologi yang dapat melakukan simulasi peralatan fisik dengan merepresentasikannya ke dalam bentuk virtual, baik itu server, ruang penyimpanan, dan koneksi. Sedangkan cloud merupakan teknologi yang memungkinkan penyimpanan, pengolahan, dan akses data secara online.

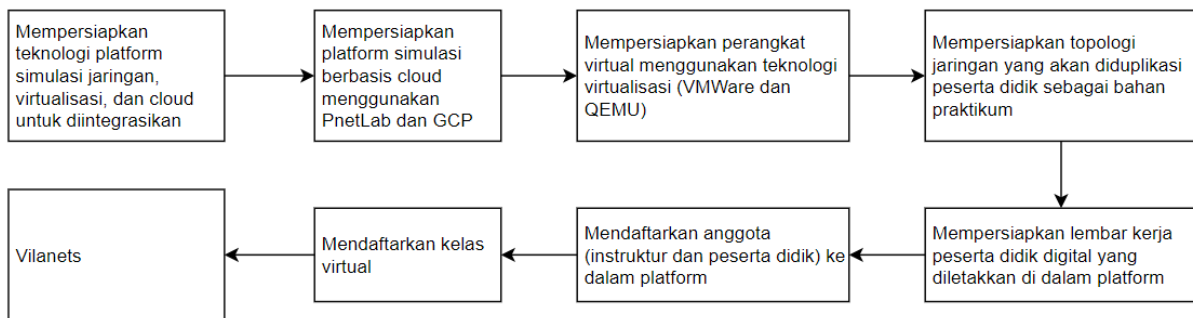
Vilanets dikembangkan karena adanya permasalahan yang ada pada mode praktikum tatap muka bahkan mode praktikum asinkron berbantuan aplikasi *Cisco Packet Tracer*, *GNS3*, dan *EVE-NG* yang tidak dapat berkembang ketika digunakan sebagai media pembelajaran praktikum jaringan komputer. Melalui observasi media pada artikel, permasalahan yang teridentifikasi pada mode tatap muka: ketersediaan (*availability*), aksesibilitas (*accessibility*), dan skalabilitas (*scalability*). Terminologi ketersediaan mengacu pada masalah yang muncul dari ketidaksesuaian antara waktu praktikum dan ketersediaan jadwal praktikum [45]. Hal ini menciptakan waktu tunggu yang cukup lama bagi mereka yang membutuhkan praktikum lanjut. Ketersediaan mode tatap muka dinilai rendah dikarenakan terbatasnya waktu hanya pada jadwal praktikum. Kondisi lainnya yang menunjang ketersediaan menjadi rendah adalah ruangan laboratorium dan jumlah peralatan yang sedikit dibandingkan dengan jumlah peserta didik. Terminologi aksesibilitas dalam artikel ini digunakan sebagai istilah yang merujuk pada kebutuhan peserta didik yang tidak terpenuhi [45]. Aksesibilitas mode tatap muka dinilai rendah dikarenakan keterbatasan ruangan laboratorium fisik yang mengakibatkan rendahnya kemudahan dalam mengakses perangkat praktikum. Terminologi skalabilitas mengacu pada kemampuan platform untuk meningkatkan kapasitas anggota, perangkat, dan kelas dengan menggunakan fitur memperluas jumlah yang telah disediakan [46]. Skalabilitas mode tatap muka dinilai rendah dikarenakan kuantitas peralatan dan jumlah laboratorium yang sedikit. Permasalahan yang teridentifikasi pada mode asinkron menggunakan aplikasi *Cisco Packet Tracer*, *GNS3*, dan *EVE-NG* adalah pada bagian aksesibilitas dan skalabilitas. Masalah pada aksesibilitas dikarenakan belum sepenuhnya mendukung bekerja menggunakan teknologi cloud. Masalah pada skalabilitas dikarenakan belum mendukung bekerja secara kolaboratif dan belum mendukung manajemen kelas. Perbandingan ada atau tidaknya dukungan aspek-aspek tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan aspek media pembelajaran jaringan komputer satu dekade terakhir

Aspek	Mode Tatap Muka	Mode Asinkron		
		<i>Cisco Packet Tracer</i>	<i>GNS3</i>	<i>EVE-NG</i>
Ketersediaan (<i>Availability</i>)				
Dukungan ketersediaan fitur perangkat virtual [19], [27]	Tidak	Ada	Ada	Ada
Dukungan ketersediaan waktu praktikum [15], [18], [25], [27]	Ada	Ada	Ada	Ada

<u>Aksesibilitas (<i>Accessibility</i>)</u>				
Dukungan bekerja secara <i>cloud</i> [47], [48]	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Dukungan kemudahan persiapan perangkat [16], [29]	Ada	Ada	Tidak	Tidak
Dukungan keleluasaan dalam pengelolaan lembar kerja peserta didik [22], [31]–[33], [49]–[51]	Ada	Ada	Tidak	Tidak
Dukungan kemudahan dalam mengakses [20], [21], [23]–[26], [28], [33]	Tidak	Ada	Ada	Ada
<u>Skalabilitas (<i>Scalability</i>)</u>				
Dukungan bekerja secara kolaboratif [26], [30]	Ada	Tidak	Tidak	Tidak
Dukungan manajemen kelas [34]	Ada	Tidak	Tidak	Tidak
Dukungan kuantitas perangkat [26]	Ada	Ada	Ada	Ada

Dalam rangka mengatasi permasalahan (problem solver) tersebut diperlukan teknologi yang dapat menjamin kualitas yang dihasilkan dan dapat diaplikasikan sehingga meningkatkan nilai tambah, daya saing, nilai guna, keuntungan, dan mendorong pengembangan teknologi baru yang aplikatif dan inovatif. Perlu terobosan strategi untuk mengembangkan *Vilanets*. Inovasi yang dilakukan adalah inovasi proses. Proses pengembangan *Vilanets* berbeda dengan media lainnya (Cisco Packet Tracer, GNS3, dan EVE-NG). Terdapat integrasi teknologi dalam rangka memperbaiki sifat inferior media lainnya menjadi karakter media praktikum yang memiliki level tinggi pada aspek ketersediaan, aksesibilitas, dan skalabilitas. Proses dan manajemen inovasi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses dan manajemen inovasi *Vilanets*

Perubahan paradigma terjadi pada *Vilanets*. Pertama, media pembelajaran praktikum hanya dapat dilakukan dengan mode tatap muka sebagai mode yang memiliki keterbatasan di aspek ketersediaan, aksesibilitas, dan skalabilitas. Kedua, media berkembang menjadi mode asinkron dengan penambahan aplikasi simulasi yang mengeliminasi aspek ketersediaan namun masih menyisakan masalah pada aspek aksesibilitas dan skalabilitas. Ketiga, perbaikan karakter mode praktikum tatap muka dan usaha mengeliminasi tiga aspek masalah melalui proses integrasi teknologi *platform* simulasi, virtualisasi, dan cloud meningkatkan level mode praktikum menjadi tidak hanya asinkron melainkan memungkinkan mode sinkron yang berdampak pada tereliminasi tiga aspek masalah.

Platform simulasi yang diadopsi *Vilanets* adalah *Packet Network Emulator Tool Lab (PNETLab)*. PNETLab dapat digunakan untuk membuat, berbagi, dan mempraktikkan laboratorium jaringan yang mendukung beragam vendor [52]. PNETLab memungkinkan pembuatan laboratorium praktikum jaringan komputer secara virtual sehingga mengeliminasi keterbatasan ruang praktikum. Pengguna dapat merancang topologi secara kolaboratif di dalam ruang virtual. Selain itu, PNETLab memungkinkan pengguna untuk berbagi sumber daya antar kelompok sehingga pekerjaan lebih mudah dan cepat untuk dikerjakan secara bersama-sama. Terdapat juga fitur manajemen kelas yang memungkinkan tiap

kelompok terkelola dengan baik dan memungkinkan pemantauan oleh instruktur terkait progres kinerja masing-masing kelompok dan individu. Fitur yang paling menonjol adalah tersedianya ruang untuk menambahkan dokumen digital. Dokumen ini dapat dimanfaatkan untuk pembuatan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang terintegrasi dengan lembar kerja praktikum. Peserta didik tidak perlu berganti halaman dikarenakan lembar kerja praktikum berada dalam satu bingkai dengan LKPD. Fitur-fitur tersebut dapat mengakibatkan aspek skalabilitas dan aksesibilitas meningkat dikarenakan tidak ada keterbatasan ruang, waktu, dan kuantitas perangkat. Pengguna dapat bekerja dalam *platform* secara kolaboratif tanpa ada masalah ruang dan waktu. Pengguna dapat mengaksesnya bersama dengan teman kelompok dalam rangka penyelesaian proyek yang diberikan instruktur dengan memanfaatkan perangkat-perangkat virtual yang tersedia pada *platform*. Fitur tersebut mengambil semua kelebihan praktikum mode tatap muka dengan menambahkan kelebihan pada aspek skalabilitasnya. Peningkatan aspek aksesibilitas ditunjukkan pada keleluasaan dalam pengelolaan lembar kerja peserta didik yang sangat didukung oleh *platform* PNETLab.

Teknologi virtualisasi *Vilanets* didukung oleh aplikasi virtualisasi VMware. Virtualisasi mengakibatkan perubahan paradigma dari perangkat fisik ke perangkat digital (virtual). Virtualisasi memungkinkan pengguna untuk membangun dan menguji mesin virtual dan perangkat jaringan seperti dunia nyata dari PC/laptop mereka sendiri [53]. Keterbatasan perangkat fisik terletak pada kuantitas, manajemen perangkat, dan distribusinya. Teknologi virtualisasi dapat menyelesaikan masalah tersebut. Virtualisasi memungkinkan perangkat dapat dikelola dan didistribusikan secara virtual dengan tidak mengurangi kualitas dan fungsinya. Pengguna dapat membuat perangkat jaringan seperti komputer, router, switch, dan lain sebagainya dalam bentuk virtual secara cepat. Hal ini berdampak pada peningkatan aspek ketersediaan: ketersediaan perangkat dan waktu praktikum.

Teknologi cloud pada *Vilanets* didukung oleh Google Cloud Platform (GCP). GCP merupakan vendor penyedia layanan cloud. GCP menawarkan berbagai layanan untuk mengamankan, menyimpan, menyajikan, dan menganalisis data [47]. Tujuan penyedia layanan cloud adalah untuk meningkatkan fungsi seiring dengan pemenuhan tujuan organisasi dan kebutuhan pengguna [48]. Teknologi cloud memungkinkan instruktur untuk mengelola laboratorium virtualnya tanpa perlu memikirkan komputer fisik dan jaringan internet lokal. Komputer induk (*host*) disediakan oleh GCP beserta jaringan internetnya. Hasilnya, peserta didik cukup mengakses alamat laboratorium virtual yang disediakan instruktur dan mereka sudah dapat memulai praktikum. Teknologi cloud yang disediakan GCP mengeliminasi kesulitan manajemen perangkat dan infrastruktur pada model lama (lokal). Dukungan bekerja dalam mode cloud berdampak pada meningkatnya aspek aksesibilitas dalam hal kemudahan persiapan perangkat praktikum dan akses perangkat praktikum.

Vilanets bukan hanya tempat untuk praktikum, namun juga tempat untuk mengerjakan proyek. Hal ini dimungkinkan karena *Vilanets* didukung oleh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) digital. LKPD berisikan instruksi dalam pengerjaan langkah-langkah praktikum dan proyek. LKPD merupakan suplemen yang diberikan kepada peserta didik dalam berbagai model pembelajaran baik dalam mode online maupun tatap muka [51]. Fungsi LKPD dapat juga sebagai pemandu dalam belajar [50]. Dampak LKPD ketika menggunakan model pembelajaran inovatif adalah dapat meningkatkan motivasi, interaksi, kemandirian, sikap positif, persepsi belajar, kesadaran belajar, tanggung jawab belajar dan meningkatkan produk belajar [49]. LKPD dibuat secara digital dan terintegrasi dengan lembar kerja praktikum yang berdampak pada meningkatnya aspek aksesibilitas. Kelebihan E- LKPD adalah dapat mempermudah dan mempersempit ruang dan waktu sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif [6]. Peserta didik tidak perlu beralih ke jendela lain dan tetap fokus pada praktikum mereka.

Pembahasan-pembahasan integrasi teknologi pada *Vilanets* memunculkan karakteristik: ketersediaan (*availability*) yang tinggi mencakup dukungan terhadap ketersediaan fitur perangkat virtual dan ketersediaan waktu praktikum; aksesibilitas (*accessibility*) yang tinggi mencakup dukungan bekerja secara cloud, persiapan perangkat yang mudah, keleluasaan dalam pengelolaan lembar kerja peserta didik, kemudahan dalam mengakses platform praktikum; dan skalabilitas (*scalability*) yang tinggi mencakup dukungan bekerja secara kolaboratif, dukungan manajemen kelas, dan dukungan kuantitas perangkat yang memadai seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Aspek inovasi *Vilanets* yang dipenuhi

Aspek	Mode Tatap Muka	Mode Asinkron			Mode Sinkron/Asinkron
		<i>Cisco Packet Tracer</i>	<i>GNS3</i>	<i>EVE-NG</i>	<i>Vilanets</i>

Ketersediaan (Availability)					
Dukungan ketersediaan fitur perangkat virtual	Tidak	Ada	Ada	Ada	Ada
Dukungan ketersediaan waktu praktikum yang tinggi	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Aksesibilitas (Accessibility)					
Dukungan bekerja secara <i>cloud</i>	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Ada
Dukungan kemudahan persiapan perangkat	Ada	Ada	Tidak	Tidak	Ada
Dukungan keleluasaan dalam pengelolaan lembar kerja peserta didik	Ada	Ada	Tidak	Tidak	Ada
Dukungan kemudahan dalam mengakses	Tidak	Ada	Ada	Ada	Ada
Skalabilitas (Scalability)					
Dukungan bekerja secara kolaboratif	Ada	Tidak	Tidak	Tidak	Ada
Dukungan manajemen kelas	Ada	Tidak	Tidak	Tidak	Ada
Dukungan kuantitas perangkat	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada

4. SIMPULAN

Proses inovasi melahirkan temuan suatu media pembelajaran inovatif yang meliputi aspek-aspek ketersediaan, aksesibilitas, dan skalabilitas yang penting dimiliki di masa kini dan masa depan. Secara konsep inovasi, *Vilanets* merupakan jawaban dari permasalahan media pembelajaran jaringan komputer lampau. *Vilanets* mampu menghadirkan aspek ketersediaan, aksesibilitas, dan skalabilitas meliputi dukungan terhadap: ketersediaan fitur perangkat virtual, ketersediaan waktu praktikum, dukungan bekerja secara *cloud*, persiapan perangkat yang mudah, keleluasaan dalam pengelolaan lembar kerja peserta didik, kemudahan dalam mengakses, bekerja secara kolaboratif, manajemen kelas, dan kuantitas perangkat yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. E. de Vries and M. May, "Virtual laboratory simulation in the education of laboratory technicians—motivation and study intensity," *Biochemistry and Molecular Biology Education*, vol. 47, no. 3, pp. 257–262, May 2019, doi: 10.1002/bmb.21221.
- [2] N. Jones, "Simulated labs are booming," *Nature*, vol. 562, no. 7725, pp. S5–S7, Oct. 2018, doi: 10.1038/D41586-018-06831-1.
- [3] K. Aljuhani, M. Sonbul, M. Althabiti, and M. Meccawy, "Creating a Virtual Science Lab (VSL): the adoption of virtual labs in Saudi schools," *Smart Learning Environments*, vol. 5, no. 1, p. 16, Dec. 2018, doi: 10.1186/s40561-018-0067-9.
- [4] M. May, K. Skriver, G. Dandanell, J. Hjorth von Stemann, and R. blodbank, "Udfordringer ved undervisning i enzymer - Bidrag fra det virtuelle laboratorium," *MONA - Matematik- og Naturfagsdidaktik*, vol. 0, no. 1, Mar. 2015, Accessed: Oct. 06, 2022. [Online]. Available: <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36295>
- [5] N. R. Dyrberg, A. H. Treusch, and C. Wiegand, "Virtual laboratories in science education: students' motivation and experiences in two tertiary biology courses," *J Biol Educ*, vol. 51, no. 4, pp. 358–374, Oct. 2017, doi: 10.1080/00219266.2016.1257498.
- [6] S. Suryaningsih and R. Nurlita, "Pentingnya Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)

- Inovatif dalam Proses Pembelajaran Abad 21,” *Jurnal Pendidikan Indonesia*, vol. 2, no. 7, pp. 1256–1268, Jul. 2021, doi: 10.36418/japendi.v2i7.233.
- [7] P. Wicaksono, “Konsep Konvergen dan Divergen dalam Berpikir Analitis,” Mar. 03, 2021. <https://www.qubisa.com/article/konsep-konvergen-dan-divergen> (accessed Oct. 13, 2022).
- [8] T. R. McLain, “Social Media Treasure Hunt -- Practical Lessons Using Twitter in the English Classroom.,” *Teaching English with Technology*, vol. 19, no. 2, pp. 88–100, 2019, Accessed: Oct. 13, 2022. [Online]. Available: <http://www.tewtjournal.org>
- [9] K. Rahman, A. H. Wahid, I. Afandi, M. M. El, I. Bali, and L. Hakim, “Effectiveness of Teams Teaching-Hybrid Learning (TTHL) in Higher Education,” Jun. 2019, doi: 10.4108/EAI.8-12-2018.2284036.
- [10] J. v. Pavlik, “Fueling a Third Paradigm of Education: The Pedagogical Implications of Digital, Social and Mobile Media,” *Contemp Educ Technol*, vol. 6, no. 2, pp. 113–125, Jun. 2015, doi: 10.30935/CEDTECH/6143.
- [11] T. Schubert, “Kreativität und Innovation–Schlüsselkompetenzen in der Wissensgesellschaft,” 2009.
- [12] D. K. Simonton, “Taking the U.S. Patent Office Criteria Seriously: A Quantitative Three-Criterion Creativity Definition and Its Implications,” <http://dx.doi.org/10.1080/10400419.2012.676974>, vol. 24, no. 2–3, pp. 97–106, Apr. 2012, doi: 10.1080/10400419.2012.676974.
- [13] S. Fischer and A. Barabach, “Facets of creative potential in selected occupational fields,” <https://doi.org/10.1080/13636820.2021.2007984>, 2021, doi: 10.1080/13636820.2021.2007984.
- [14] A. v. Podsadnikov, K. v. Rozov, and S. v. Kratov, “The methods and approaches to computer networks simulation using virtual network infrastructure,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1791, no. 1. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1791/1/012082.
- [15] M. Vijayalakshmi, P. Desai, and M. M. Raikar, “Packet tracer simulation tool as pedagogy to enhance learning of computer network concepts,” *Proceedings - 2016 IEEE 4th International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education, MITE 2016*. pp. 71–76, 2017. doi: 10.1109/MITE.2016.16.
- [16] N. bin A. Rashid, M. Z. Othman, R. Johan, and S. F. bin H. J. Sidek, “Cisco packet tracer simulation as effective pedagogy in Computer Networking course,” *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 13, no. 10, pp. 4–18, 2019, doi: 10.3991/ijim.v13i10.11283.
- [17] J. Allison, “Simulation-Based Learning via Cisco Packet Tracer to Enhance the Teaching of Computer Networks,” *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE*, vol. 1. pp. 68–74, 2022. doi: 10.1145/3502718.3524739.
- [18] S. K. Yang and C. G. Liu, “Promoting the efficiency of learning Computer network course with the use of Cisco network devices,” *2019 IEEE International Conference on Architecture, Construction, Environment and Hydraulics, ICACEH 2019*. pp. 82–85, 2019. doi: 10.1109/ICACEH48424.2019.9042140.
- [19] Z. Trabelsi and H. Saleous, “Exploring the opportunities of cisco packet tracer for hands-on security courses on firewalls,” *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, vol. April-2019. pp. 411–418, 2019. doi: 10.1109/EDUCON.2019.8725112.
- [20] R. Demeter *et al.*, “A quantitative study of using Cisco Packet Tracer simulation software to improve IT students’ creativity and outcomes,” *10th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications, CogInfoCom 2019 - Proceedings*, pp. 353–358, Oct. 2019, doi: 10.1109/CogInfoCom47531.2019.9089920.
- [21] Ambiyar, S. Yondri, D. Irfan, M. U. Putri, M. A. Zaus, and S. Islami, “Evaluation of packet tracer application effectiveness in Computer Design Networking subject,” *Int J Adv Sci Eng Inf Technol*, vol. 9, no. 1, pp. 54–59, 2019, doi: 10.18517/ijaseit.9.1.5931.
- [22] V. Muniasamy, I. M. Eljailani, and M. Anandhavalli, “Student’s performance assessment and learning skill towards Wireless Network Simulation tool - Cisco Packet Tracer,” *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 14, no. 7, pp. 196–208, 2019, doi: 10.3991/ijet.v14i07.10351.
- [23] H. K. Lu and P. C. Lin, “Effects of interactivity on students’ intention to use simulation-based learning tool in computer networking education,” *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT*, 2012. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6174734/authors#authors> (accessed Nov. 25, 2022).
- [24] D. C. Frezzo, K. E. Dicerbo, J. T. Behrens, and M. Chen, “An extensible micro-world for learning in the data networking professions,” *Inf Sci (N Y)*, vol. 264, pp. 91–103, 2014, doi:

- 10.1016/j.ins.2013.10.024.
- [25] O. Kainz, D. Cymbalak, J. Lamer, M. Michalko, and F. Jakab, "Innovative methodology and implementation of simulation exercises to the Computer networks courses," *ICETA 2015 - 13th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings*, Sep. 2016, doi: 10.1109/ICETA.2015.7558481.
- [26] Á. M. M. Montero and D. R. Manzano, "Design and deployment of hands-on network lab experiments for computer science engineers," *International Journal of Engineering Education*, vol. 33, no. 2, pp. 855–864, 2017, [Online]. Available: https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85020065612
- [27] Z. Q. Ou and Y. Zhou, "Research on application of virtualization in network technology course," *ICCSE 2012 - Proceedings of 2012 7th International Conference on Computer Science and Education*. pp. 357–359, 2012. doi: 10.1109/ICCSE.2012.6295091.
- [28] T. S. Chou, S. K. Baker, and M. Vega-Herrera, "A comparison of network simulation and emulation virtualization tools," *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, vol. 2016-June. 2016. doi: 10.18260/p.26285.
- [29] S. v. Tagliacane, P. W. C. Prasad, G. Zajko, A. Elchouemi, and A. K. Singh, "Network simulations and future technologies in teaching networking courses: Development of a laboratory model with Cisco Virtual Internet Routing Lab (Virl)," *Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking, WiSPNET 2016*. pp. 644–649, 2016. doi: 10.1109/WiSPNET.2016.7566212.
- [30] A. A. Zaharov, O. v. Nissenbaum, K. Y. Ponomarov, and A. v. Shirokih, "Use of Open-Source Internet of Things Platform in Education Projects," *Proceedings - 2018 Global Smart Industry Conference, GloSIC 2018*, Dec. 2018, doi: 10.1109/GloSIC.2018.8570071.
- [31] D. Petcu, B. Iancu, A. Peculea, V. Dadarlat, and E. Cebuc, "Integrating Cisco Packet Tracer with Moodle platform: Support for teaching and automatic evaluation," *Proceedings - RoEduNet IEEE International Conference*. 2013. doi: 10.1109/RoEduNet.2013.6714190.
- [32] E. v. Katuntsov, J. Kultan, and A. B. Makhovikov, "Application of electronic learning tools for training of specialists in the field of information technologies for enterprises of mineral resources sector," *Journal of Mining Institute*, vol. 226, pp. 503–508, 2017, doi: 10.25515/pmi.2017.4.503.
- [33] J. Uramova, P. Segec, and M. Kontsek, "Best practise for creating Packet Tracer activities for distance learning and assessment of practical skills," *ICETA 2019 - 17th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings*. pp. 784–790, 2019. doi: 10.1109/ICETA48886.2019.9040046.
- [34] M. N. A. Al-Hamadani, I. A. Sattam, R. W. Daoud, S. N. Shehab, and H. A. Kamel, "Design and implement a self-managed computer network for electronic exams and sharing," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 19, no. 1, pp. 466–475, 2020, doi: 10.11591/ijeecs.v19.i1.pp466-475.
- [35] Y. Zhang, "The design and realization of legal virtual experiment teaching platform," *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, vol. 12453. p. 1, 2022. doi: 10.1117/12.2658169.
- [36] K. Asfani, H. Elmunsyah, S. Patmanthara, W. Nur Hidayat, H. Suswanto, and H. B. Awang, "Distance Learning Scheme with Remote Desktop Application for Mikrotik Configuration Practice in the Covid-19 Pandemic Era," *2022 5th International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering: The Future of Electrical Engineering, Informatics, and Educational Technology Through the Freedom of Study in the Post-Pandemic Era, ICVEE 2022 - Proceeding*. pp. 216–220, 2022. doi: 10.1109/icvee57061.2022.9930444.
- [37] O. Isaeva, N. Kulyasov, and S. Isaev, "Creation of a simulation stand for studying of the internet of things' technologies," *Proceedings of the li International Scientific Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education: (Asedu-li 2021)*, vol. 2647. p. 040030, 2022. doi: 10.1063/5.0104342.
- [38] J. Liao, H. Zhang, Y. Xu, J. Li, and H. S. Timorabadi, "WIP - iCtrl - A Remote Login Software Application," *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. 2022. [Online]. Available: https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85138257354
- [39] J. Vykopal, P. Seda, V. Svabensky, and P. Celeda, "Smart Environment for Adaptive Learning of Cybersecurity Skills," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2022, doi: 10.1109/TLT.2022.3216345.
- [40] L. Huraj, R. Hrmo, and M. Sejutová Hudáková, "The Impact of a Digital Escape Room Focused On HTML and Computer Networks on Vocational High School Students," *Educ Sci (Basel)*, vol.

- 12, no. 10, 2022, doi: 10.3390/educsci12100682.
- [41] X. Zhu and J. Yang, "Design and implementation of network teaching system based on P2P technology," *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, vol. 12346. p. 44, 2022. doi: 10.1117/12.2653584.
- [42] H. D. Hutahaeen, S. Muhammad Aulia Rahman, and M. D. Mendoza, "Development of interactive learning media in computer network using augmented reality technology," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2193, no. 1. 2022. doi: 10.1088/1742-6596/2193/1/012072.
- [43] J. Zhang, "Construction and Exploration of Virtual Simulation Experimental Teaching Platform for Network Security and Computer Technology," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2173, no. 1. 2022. doi: 10.1088/1742-6596/2173/1/012013.
- [44] J. Fu, "Innovation of engineering teaching methods based on multimedia assisted technology," *Computers and Electrical Engineering*, vol. 100, 2022, doi: 10.1016/j.compeleceng.2022.107867.
- [45] S. W. Ha and J. Kim, "Designing a Scalable, Accessible, and Effective Mobile App Based Solution for Common Mental Health Problems," *Int J Hum Comput Interact*, vol. 36, no. 14, pp. 1354–1367, Aug. 2020, doi: 10.1080/10447318.2020.1750792.
- [46] A. Al-Said Ahmad and P. Andras, "Scalability analysis comparisons of cloud-based software services," *Journal of Cloud Computing*, vol. 8, no. 1, pp. 1–17, Dec. 2019, doi: 10.1186/s13677-019-0134-y.
- [47] E. Bisong, "An Overview of Google Cloud Platform Services," *Building Machine Learning and Deep Learning Models on Google Cloud Platform*, pp. 7–10, 2019, doi: 10.1007/978-1-4842-4470-8_2.
- [48] B. Gupta, P. Mittal, and T. Mufti, "A Review on Amazon Web Service (AWS), Microsoft Azure & Google Cloud Platform (GCP) Services," Mar. 2021, doi: 10.4108/EAI.27-2-2020.2303255.
- [49] I. W. Santyasa, K. Agustini, and N. W. E. Pratiwi, "Project based e-learning and academic procrastination of students in learning chemistry," *International Journal of Instruction*, vol. 14, no. 3, pp. 909–928, 2021, doi: 10.29333/iji.2021.14353a.
- [50] I. W. Santyasa, N. K. Rapi, and I. W. W. Sara, "Project based learning and academic procrastination of students in learning physics," *International Journal of Instruction*, vol. 13, no. 1, pp. 489–508, 2020, doi: 10.29333/iji.2020.13132a.
- [51] I. W. Santyasa, I. N. Kanca, I. W. S. Warpala, I. K. Sudarma, I. M. Tegeh, and L. A. Sanjaya, "Nature of science v.s direct instruction models in achieving senior high school students' critical thinking and their attitudes in learning physics," *AIP Conference Proceedings*, vol. 2169. 2019. doi: 10.1063/1.5132646.
- [52] Y. Chandrawaty, N. M. Anggrena, and I. P. Hariyadi, "Implementasi Ansible Playbook Untuk Mengotomatisasi Manajemen Konfigurasi VLAN Berbasis VTP Dan Layanan DHCP," *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 3, no. 2, pp. 107–122, Dec. 2021, doi: 10.30812/bite.v3i2.1577.
- [53] B. Choi, "Introduction to VMware Workstation," *Introduction to Python Network Automation*, pp. 139–168, 2021, doi: 10.1007/978-1-4842-6806-3_4.