

# PENGEMBANGAN INTEGRATED LEARNING LAB UNTUK SIMULASI NETWORK FUNCTION VIRTUALIZATION (NFV) MENGUNAKAN OPENSTACK

Zulkipli Zulkipli<sup>1</sup>, Muhammad Defa Aranbi<sup>2</sup>, Lara Aulia Putri<sup>3</sup>,  
Renno Purnomo<sup>4</sup>, Salwa Rania<sup>5</sup>, Sovian Sauri<sup>6</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Universitas Bumigora, Jl. Ismail Marzuki No.22, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia  
Email: [zulkipli@universitasbumigora.ac.id](mailto:zulkipli@universitasbumigora.ac.id)

---

## Article History

Received: 24-01-2026

Revision: 07-02-2026

Accepted: 10-02-2026

Published: 13-02-2026

**Abstract.** The development of cloud computing-based computer network technology requires flexible, scalable, and efficient infrastructure. This challenge has an impact on computer network learning, which still relies heavily on theoretical approaches and physical laboratories with limited equipment and costs. This study aims to examine the development of an Integrated Learning Lab as a simulation-based network learning medium using Network Function Virtualization (NFV) on the OpenStack platform. The methods used are literature review and conceptual analysis of the concepts of NFV, OpenStack, and integrated learning laboratory models in the context of computer network education. The results of the study show that NFV enables network functions such as routers, firewalls, and load balancers to run virtually as Virtual Network Functions without dependence on special hardware. OpenStack acts as a Virtualized Infrastructure Manager that centrally manages computing and network resources, thereby supporting realistic NFV simulations. The discussion shows that the NFV and OpenStack-based Integrated Learning Lab has the potential to improve students' conceptual understanding and practical skills, while providing a flexible and efficient learning environment. This study concludes that the laboratory model is relevant for application in computer network learning to bridge academic needs and the demands of the modern network industry.

**Keywords:** Network Function Virtualization, OpenStack, Integrated Learning Lab, Computer Networking, Cloud Networking

**Abstrak.** Perkembangan teknologi jaringan komputer berbasis *cloud computing* menuntut infrastruktur yang fleksibel, skalabel, dan efisien. Tantangan ini berdampak pada pembelajaran jaringan komputer yang masih banyak bergantung pada pendekatan teoritis dan laboratorium fisik dengan keterbatasan perangkat dan biaya. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengembangan *Integrated Learning Lab* sebagai media pembelajaran jaringan berbasis simulasi *Network Function Virtualization* (NFV) menggunakan platform *OpenStack*. Metode yang digunakan adalah studi literatur dan analisis konseptual terhadap konsep NFV, *OpenStack*, serta model laboratorium pembelajaran terintegrasi dalam konteks pendidikan jaringan komputer. Hasil kajian menunjukkan bahwa NFV memungkinkan fungsi jaringan seperti *router*, *firewall*, dan *load balancer* dijalankan secara virtual sebagai *Virtual Network Functions* tanpa ketergantungan pada perangkat keras khusus. *OpenStack* berperan sebagai *Virtualized Infrastructure Manager* yang mengelola sumber daya komputasi dan jaringan secara terpusat, sehingga mendukung simulasi NFV yang realistis. Pembahasan menunjukkan bahwa *Integrated Learning Lab* berbasis NFV dan *OpenStack* berpotensi meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis mahasiswa, sekaligus menyediakan lingkungan pembelajaran yang fleksibel dan efisien. Penelitian ini menyimpulkan bahwa model laboratorium tersebut relevan untuk diterapkan dalam pembelajaran jaringan komputer guna menjembatani kebutuhan akademik dan tuntutan industri jaringan modern.

**Kata Kunci:** *Network Function Virtualization, OpenStack, Integrated Learning Lab, Jaringan Komputer, Cloud Networking*

---

**How to Cite:** Zulkipli, Z., Aranbi, M. D., Putri, L. A., Purnomo, R., Rania, S., & Sauri, S. (2026). Pengembangan *Integrated Learning Lab* untuk Simulasi *Network Function Virtualization* (NFV) Menggunakan *Openstack*. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 7 (1), 1856-1863. <http://doi.org/10.54373/imeij.v7i1.5136>

---

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan signifikan dalam cara jaringan komputer dirancang, diimplementasikan, dan dikelola (Ilmananda, et al., 2022). Jaringan tidak lagi sekadar berfungsi sebagai media komunikasi data, melainkan telah menjadi fondasi utama bagi berbagai layanan digital berbasis cloud computing, big data, dan *Internet of Things* (IoT) (Aulia, et al., 2023). Kondisi ini menuntut infrastruktur jaringan yang bersifat fleksibel, skalabel, dan efisien agar mampu menyesuaikan diri dengan dinamika kebutuhan pengguna yang terus berubah. Dalam konteks pendidikan, khususnya pada bidang jaringan komputer, tuntutan tersebut berimplikasi pada kebutuhan metode pembelajaran yang tidak hanya menekankan pemahaman teoritis, tetapi juga keterampilan praktis. Pendidikan vokasi dan pendidikan tinggi dituntut untuk mampu menyiapkan lulusan yang kompeten dan siap menghadapi perkembangan teknologi jaringan modern (Suparyati & Habsya, 2024). Namun, pembelajaran jaringan komputer secara konvensional masih banyak mengandalkan laboratorium fisik dengan keterbatasan perangkat keras, biaya pengadaan yang tinggi, serta keterbatasan akses bagi jumlah mahasiswa yang besar (Indriyanto et al., 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Widodo et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium jaringan fisik sering kali tidak efisien, terutama ketika jumlah peserta didik besar dan sarana perangkat jaringan terbatas. Melalui pengembangan laboratorium jaringan virtual menggunakan GNS3, permasalahan keterbatasan perangkat keras dapat diatasi dan peserta didik tetap memperoleh pengalaman praktikum jaringan secara nyata. Temuan ini menegaskan bahwa virtualisasi laboratorium jaringan merupakan solusi yang relevan dan aplikatif dalam dunia pendidikan.

Seiring berkembangnya teknologi jaringan, konsep cloud networking menjadi pendekatan dominan dalam pengelolaan infrastruktur jaringan modern. Cloud networking memungkinkan penyediaan sumber daya jaringan secara dinamis dan terukur. Namun, keberhasilan implementasi cloud networking sangat bergantung pada arsitektur jaringan yang digunakan. Putra et al. (2025) menegaskan bahwa integrasi Software Defined Networking (SDN) dan Network Function Virtualization (NFV) merupakan tren utama dalam merancang arsitektur jaringan yang adaptif, efisien, dan hemat biaya. NFV memungkinkan fungsi-fungsi jaringan dijalankan dalam bentuk perangkat lunak tanpa ketergantungan pada perangkat keras khusus.

NFV hadir sebagai solusi atas berbagai permasalahan jaringan tradisional yang masih bergantung pada perangkat keras tertutup (*vendor-locked hardware*). Emmanuel et al. (2024) menjelaskan bahwa pendekatan NFV mampu menekan biaya investasi (CAPEX) dan biaya operasional (OPEX), serta meningkatkan fleksibilitas dan skalabilitas jaringan. Selain

digunakan di lingkungan industri dan *enterprise*, teknologi NFV juga memiliki potensi besar untuk diterapkan sebagai media pembelajaran dan simulasi di lingkungan akademik, khususnya dalam bentuk laboratorium virtual atau *e-laboratory*.

Adoga dan Pezaros (2022) menekankan bahwa NFV merupakan fondasi utama jaringan generasi berikutnya, termasuk dalam implementasi *network slicing* dan *service function chaining*. Teknologi ini memungkinkan fungsi jaringan seperti firewall, router, dan load balancer dijalankan secara virtual pada mesin virtual atau *container*, sehingga sangat sesuai untuk dikembangkan dalam lingkungan pembelajaran berbasis simulasi. Dalam rangka mendukung pembelajaran jaringan komputer yang relevan dengan perkembangan teknologi terkini, diperlukan suatu laboratorium pembelajaran yang terintegrasi, fleksibel, dan mudah diakses. *Integrated Learning Lab* berbasis NFV menjadi solusi yang mampu menggabungkan aspek teori dan praktik dalam satu lingkungan pembelajaran. Pemanfaatan platform *open-source cloud* seperti *OpenStack* memungkinkan pengelolaan sumber daya komputasi, jaringan, dan penyimpanan secara terpusat serta mendukung implementasi NFV secara realistis.

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan *Integrated Learning Lab* untuk simulasi *Network Function Virtualization (NFV)* menggunakan *OpenStack* menjadi sangat relevan untuk diterapkan pada mata kuliah Jaringan Komputer. Laboratorium ini diharapkan mampu memberikan pengalaman pembelajaran praktis yang mendekati kondisi nyata, meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep NFV, serta menyiapkan kompetensi mahasiswa dalam menghadapi tantangan jaringan komputer modern.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis dan mendeskripsikan pengembangan *Integrated Learning Lab* sebagai media pembelajaran simulasi *Network Function Virtualization (NFV)* menggunakan platform *OpenStack*. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pemahaman mendalam terhadap konsep, proses, serta relevansi penerapan NFV dan *OpenStack* dalam konteks pembelajaran jaringan komputer, bukan pada pengukuran kuantitatif atau pengujian hipotesis. Melalui pendekatan ini, peneliti dapat mengeksplorasi keterkaitan antara teknologi jaringan modern dan kebutuhan pedagogis di lingkungan pendidikan.

Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dan observasi konseptual. Studi literatur mencakup penelaahan jurnal ilmiah, buku referensi, dan penelitian terdahulu yang membahas NFV, *OpenStack*, cloud networking, serta laboratorium pembelajaran virtual. Sementara itu, observasi konseptual dilakukan dengan mengkaji alur implementasi simulasi

NFV pada lingkungan OpenStack, meliputi proses instansiasi *Virtual Network Functions* (VNF), pengelolaan jaringan virtual, dan integrasi layanan jaringan dalam skenario *Integrated Learning Lab*. Data pendukung diperoleh melalui dokumentasi berupa arsitektur sistem dan skema pembelajaran.

Analisis data dilakukan secara kualitatif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Data yang relevan diseleksi dan disusun secara sistematis, kemudian dianalisis secara deskriptif untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai efektivitas dan relevansi *Integrated Learning Lab* berbasis NFV menggunakan OpenStack dalam pembelajaran jaringan komputer. Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dengan membandingkan temuan dari berbagai literatur dan dokumentasi, sehingga kesimpulan yang dihasilkan bersifat valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah

## HASIL DAN DISKUSI

### Konsep Network Function Virtualization (NFV)

Network Function Virtualization (NFV) merupakan paradigma baru dalam arsitektur jaringan komputer yang bertujuan untuk memisahkan fungsi jaringan dari perangkat keras fisik (Sujatmiko, 2024). Pada arsitektur jaringan konvensional, fungsi-fungsi jaringan seperti router, firewall, load balancer, dan intrusion detection system dijalankan menggunakan perangkat keras khusus yang bersifat tertutup dan terikat pada vendor tertentu. Pendekatan ini menyebabkan keterbatasan fleksibilitas, tingginya biaya investasi (*Capital Expenditure/CAPEX*), serta meningkatnya biaya operasional (*Operational Expenditure/OPEX*). NFV mengubah paradigma tersebut dengan mengimplementasikan fungsi jaringan dalam bentuk perangkat lunak yang disebut *Virtual Network Functions* (VNF). VNF dijalankan di atas infrastruktur virtual berbasis *commodity hardware* menggunakan teknologi virtualisasi. Dengan demikian, fungsi jaringan tidak lagi bergantung pada perangkat fisik tertentu, melainkan dapat dipindahkan, dikonfigurasi, dan diskalakan secara dinamis sesuai kebutuhan jaringan (Shahjalal, et al., 2022)

Menurut Putra et al. (2025), NFV menjadi salah satu komponen utama dalam arsitektur *cloud networking* modern karena mampu meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, dan adaptabilitas jaringan. Integrasi NFV dengan teknologi *Software Defined Networking* (SDN) memungkinkan pengelolaan jaringan secara terpusat dan terprogram, sehingga administrator jaringan dapat melakukan konfigurasi dan optimasi jaringan secara lebih cepat dan efisien. Dalam konteks pendidikan dan pembelajaran, NFV memiliki nilai strategis karena memungkinkan simulasi jaringan skala besar tanpa memerlukan perangkat keras fisik yang

kompleks dan mahal. Emmanuel et al. (2024) menunjukkan bahwa penerapan NFV dalam lingkungan simulasi dan *e-laboratory* mampu memberikan pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep jaringan modern, khususnya terkait arsitektur jaringan inti, manajemen lalu lintas, dan skalabilitas jaringan.

Adoga dan Pezaros (2022) menjelaskan bahwa NFV juga mendukung konsep *service function chaining* (SFC), di mana beberapa fungsi jaringan virtual dapat dirangkai secara logis untuk membentuk layanan jaringan tertentu. Konsep ini sangat relevan untuk dipelajari oleh mahasiswa jaringan komputer karena mencerminkan implementasi jaringan generasi berikutnya, seperti jaringan 5G dan *cloud-native networking*. Dengan demikian, NFV tidak hanya berperan sebagai teknologi pendukung infrastruktur jaringan modern, tetapi juga sebagai media pembelajaran yang efektif untuk memperkenalkan mahasiswa pada konsep jaringan berbasis perangkat lunak (*software-based networking*).

### **OpenStack sebagai Platform Simulasi NFV**

OpenStack merupakan platform *cloud computing open-source* yang menyediakan layanan *Infrastructure as a Service* (IaaS), meliputi pengelolaan sumber daya komputasi, jaringan, dan penyimpanan secara terintegrasi. *OpenStack* terdiri dari beberapa komponen utama, seperti Nova untuk manajemen komputasi, Neutron untuk manajemen jaringan, Glance untuk manajemen image, serta *Cinder* dan *Swift* untuk penyimpanan. Dalam implementasi NFV, *OpenStack* berperan sebagai *Virtualized Infrastructure Manager* (VIM) yang mengelola sumber daya virtual tempat VNF dijalankan. *OpenStack* memungkinkan pembuatan dan pengelolaan mesin virtual secara dinamis, sehingga fungsi jaringan virtual dapat diinstansiasi, dikonfigurasi, dan dihentikan sesuai kebutuhan simulasi atau layanan.

Putra et al. (2025) menegaskan bahwa *OpenStack* merupakan salah satu platform yang paling banyak digunakan dalam implementasi NFV karena sifatnya yang terbuka, fleksibel, dan mendukung integrasi dengan SDN. Melalui layanan Neutron, OpenStack menyediakan kemampuan virtualisasi jaringan yang memungkinkan pembentukan topologi jaringan kompleks, termasuk pengaturan subnet, *router virtual*, serta kebijakan keamanan jaringan. Dalam konteks simulasi pembelajaran, *OpenStack* memberikan keunggulan dibandingkan simulator jaringan konvensional karena mampu merepresentasikan lingkungan *cloud networking* secara nyata. Mahasiswa tidak hanya mempelajari konsep jaringan secara teoritis, tetapi juga berinteraksi langsung dengan sistem manajemen *cloud*, melakukan konfigurasi jaringan virtual, serta memahami alur kerja implementasi NFV secara praktis.

Penggunaan *OpenStack* sebagai platform simulasi NFV juga sejalan dengan perkembangan teknologi jaringan industri. Banyak penyedia layanan jaringan dan pusat data menggunakan *OpenStack* sebagai fondasi infrastruktur cloud mereka (Kamdan, et al., 2023) Oleh karena itu, pemanfaatan *OpenStack* dalam *Integrated Learning Lab* dapat menjembatani kesenjangan antara pembelajaran akademik dan kebutuhan industri jaringan. Dengan demikian, *OpenStack* tidak hanya berfungsi sebagai alat simulasi, tetapi juga sebagai sarana pembelajaran strategis untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam bidang *cloud networking* dan NFV.

### ***Integrated Learning Lab* dalam Pembelajaran Jaringan**

*Integrated Learning Lab* merupakan konsep laboratorium pembelajaran yang mengintegrasikan aspek teori dan praktik dalam satu lingkungan pembelajaran yang terpadu. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dengan memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa melalui simulasi dan eksperimen yang mendekati kondisi nyata (Listiono et al., 2025). Widodo et al. (2023) menunjukkan bahwa pengembangan laboratorium jaringan virtual mampu mengatasi berbagai keterbatasan laboratorium fisik, seperti keterbatasan perangkat keras, biaya pengadaan, serta keterbatasan akses bagi peserta didik. Laboratorium virtual memungkinkan peserta didik untuk melakukan praktikum jaringan secara fleksibel, baik dari segi waktu maupun tempat.

Dalam konteks *Integrated Learning Lab* berbasis NFV, *OpenStack* digunakan sebagai platform utama untuk mengelola infrastruktur virtual. Mahasiswa dapat mempraktikkan pembuatan dan konfigurasi VNF, merancang topologi jaringan virtual, serta melakukan pengujian konektivitas dan performa jaringan. Aktivitas ini secara langsung menjawab kebutuhan pembelajaran berbasis kompetensi yang menekankan keterampilan praktis. Selain itu, *Integrated Learning Lab* mendukung pendekatan pembelajaran aktif (*active learning*), di mana mahasiswa terlibat langsung dalam proses eksplorasi dan pemecahan masalah. Pendekatan ini terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep jaringan modern yang kompleks, seperti NFV dan *cloud networking*.

Dari sisi institusi pendidikan, penerapan *Integrated Learning Lab* berbasis NFV menggunakan *OpenStack* memberikan keuntungan berupa efisiensi biaya dan skalabilitas sistem pembelajaran. Laboratorium dapat dikembangkan dan diperluas tanpa harus melakukan investasi besar pada perangkat keras fisik, sehingga lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi jaringan. Dengan demikian, *Integrated Learning Lab* berbasis NFV dan *OpenStack*

merupakan solusi pembelajaran yang relevan, inovatif, dan berorientasi pada kebutuhan masa depan, baik dalam konteks akademik maupun industri jaringan komputer.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan *Integrated Learning Lab* untuk simulasi *Network Function Virtualization* (NFV) menggunakan *OpenStack* merupakan solusi yang relevan dan efektif dalam mendukung pembelajaran jaringan komputer modern. Penerapan konsep NFV memungkinkan fungsi-fungsi jaringan dijalankan secara virtual tanpa ketergantungan pada perangkat keras fisik khusus, sehingga memberikan fleksibilitas dan efisiensi dalam pengelolaan jaringan. *OpenStack* sebagai platform *cloud computing* berperan penting dalam menyediakan infrastruktur virtual yang mendukung implementasi dan simulasi NFV secara realistis. Melalui pemanfaatan *OpenStack*, mahasiswa dapat memahami konsep cloud networking, virtualisasi jaringan, serta implementasi Virtual Network Functions (VNF) secara praktis dan terintegrasi. Dengan demikian, *Integrated Learning Lab* berbasis NFV menggunakan *OpenStack* mampu mengatasi keterbatasan laboratorium jaringan konvensional, menyediakan lingkungan simulasi yang fleksibel dan mendekati kondisi nyata, serta meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam bidang jaringan komputer. Model laboratorium ini juga adaptif terhadap perkembangan teknologi jaringan dan selaras dengan kebutuhan industri jaringan modern.

## REFERENSI

- Adoga, H. U., & Pezaros, D. P. (2022). Network function virtualization and service function chaining frameworks: A comprehensive review of requirements, objectives, implementations, and open research challenges. *Future Internet*, 14(2), 59. <https://doi.org/10.3390/fi14020059>
- Aulia, B. W., Rizki, M., Prindiyana, P., & Surgana, S. (2023). Peran krusial jaringan komputer dan basis data dalam era digital. *Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 9-20.
- Emmanuel, T., Michel, D. D. E., & Agbor, E. O. B. (2024). Virtualization of a 4G evolved packet core network using network function virtualization (NFV) technology with NS3 for enterprise and educational purpose. *American Journal of Networks and Communications*, 13(1), 1–18. <https://doi.org/10.11648/j.ajnc.20241301.11>
- Ilmananda, A. S., Marcus, R. D., & Pamuji, F. Y. (2022). Pemanfaatan Infrastruktur Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam Pengembangan Smart City: Studi Kasus Pemerintah Kota Batu. *Briliant: jurnal riset dan konseptual*, 7(4), 253-268.
- Indriyanto, G., Haryono, N. A., & Luhulima, M. R. (2024). Implementasi IPv6 untuk Remote Laboratorium Jaringan Komputer. *FAHMA–Jurnal Informatika Komputer, Bisnis dan Manajemen*, 22(1), 18-30.

- Kamdan, S., Sundayana, M. G., & Kharisma, I. L. (2023). Rancang Bangun Layanan Private Cloud Berbasis Infrastructure As A Service Menggunakan Openstack Dengan Metode Network Development Life Cycle (Ndlc). *Klik Kaji. Ilm. Inform. Dan Komput*, 4(1), 252-262.
- Listiono, A. E., Tukiman, T., & Dilisti, D. (2025). Analysis Of The Quality Of Learning Achieved Through The Application Of The Inquiry Base Learning Model And Its Effect On Student Learning Interest In Science Laboratory Management And Engineering Subjects. *Journal of Multidisciplinary Research*, 1(2), 85-92.
- Putra, F. P. E., Saputri, N. D., Rosi, F., & Loati, R. (2025). Optimalisasi infrastruktur cloud networking melalui integrasi SDN, NFV, dan multi-cloud. *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer*, 5(1), 119–125. <https://doi.org/10.55606/jitek.v5i1.6099>
- Rakkiannan, T., Ekambaram, G., & Ravindaran, A. (2023). An automated network slicing at edge with software defined networking and network function virtualization: A federated learning approach. *Wireless Personal Communications*, 131, 639–658.
- Widodo, B., Aziezah, N., & Wicaksono, A. (2023). Pengembangan model laboratorium jaringan virtual menggunakan GNS3 di SMKS Bhinneka Karya 5 Boyolali. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2). <https://doi.org/10.55606/nusantara.v3i2.1118>
- Sujatmiko, B. (2024). *Arsitektur Jaringan Komputer: Dasar-dasar dan Penerapan untuk Skala Besar*. Circle Archive, 1(6).
- Suparyati, A., & Habsya, C. (2024). Kompetensi lulusan pendidikan vokasi untuk bersaing di pasar global. *JIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(2), 1921-1927.
- Shahjalal, M., Farhana, N., Roy, P., Razzaque, M. A., Kaur, K., & Hassan, M. M. (2022). A Binary Gray Wolf Optimization algorithm for deployment of Virtual Network Functions in 5G hybrid cloud. *Computer Communications*, 193, 63-74.