

# Rancang Bangun Aplikasi Laboratorium Komputer *Virtual MultiUser* di Perguruan Tinggi

Syamsu Hidayat, Dwi Sidik Permana, Ari Kurniawan, Rino Subekti

Jurusan Tehnik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer

Institut Bisnis dan Informatika Kosgoro 1957

Jakarta, Indonesia

Syamsuhi3009@gmail.com, dwi770@gmail.com, aranakawa@gmail.com, rino.subekti@gmail.com

**Abstract-** Utilization of technological advances is necessary as technology develops and has been applied in various areas of life, especially in supporting the operational activities of an organization. Apart from the positive side, there is also a negative side that arises, namely that data security becomes vulnerable when connected to the outside world (Internet). To overcome this, a network security device is needed, namely a Router that has a Firewall that can regulate the distribution of data traffic and in terms of access permits that can be accessed both from local users and those from the internet. Procurement of this network security device is very important, but the procurement is experiencing problems from a financial perspective because it requires quite a lot of money, therefore, before it is implemented, an application is needed that can handle many virtual servers for simulation, especially students can also use it by creating a computer laboratory application. virtual which can be used together at the same time (Multiuser). Using the PNET LAB application installed on VMWare software can be used as a virtual computer laboratory in accordance with reality conditions in terms of configuration and scenarios, especially in implementing security scenarios for data on communication networks. The results obtained are that the use of this Linux-based application can provide a solution in producing a computer security simulation in a virtual laboratory and can be utilized by lecturers, especially students, to equip them to face the challenges of the real world of work.

**Keywords:** Open Source, PNET LAB, VMWare, Virtualization, Computer Laboratory Virtual.

**Abstrak-** Pemanfaatan kemajuan teknologi mutlak dilakukan seiring perkembangannya teknologi sudah di terapkan dalam berbagai bidang kehidupan terutama dalam mendukung kegiatan operasional sebuah organisasi. Selain sisi positif yang didapat terdapat juga hal negatif yang ditimbulkan bahwanya keamanan data menjadi rentan apabila sudah terkoneksi dengan dunia luar (*Internet*). Untuk menanggulangi hal ini dibutuhkan perangkat keamanan jaringan yakni berupa *Router* yang memiliki *Firewall* yang dapat mengatur distribusi trafik data dan dalam hal perijinan akses yang dapat diakses baik yang berasal dari user lokal maupun yang berasal dari internet. Pengadaan perangkat keamanan jaringan ini sangat mutlak akan tetapi pengadaannya mengalami kendala dari segi finansial dikarenakan dibutuhkan biaya yang tidak sedikit, maka dari itu sebelum diimplementasikan dibutuhkan aplikasi yang dapat menangani banyak virtual server untuk dilakukan simulasi terutama juga dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa dengan membuat sebuah aplikasi laboratorium komputer virtual yang dapat digunakan secara bersama dalam waktu bersamaan (*Multiuser*). Penggunaan aplikasi *PNET LAB* yang di pasang pada perangkat lunak *VMWare* dapat dijadikan sebuah laboratorium komputer berbasis virtual sesuai dengan kondisi realita dalam segi konfigurasi maupun skenarionya terutama dalam penerapan skenario keamanan atas data pada jaringan komunikasi. Adapun hasil yang didapat adalah pemanfaatan aplikasi berbasis *Linux* ini dapat memberikan suatu Solusi dalam membuat sebuah simulasi keamanan komputer pada laboratorium virtual dan dapat dimanfaatkan baik oleh Dosen terlebih lagi bagi Mahasiswa sebagai bekal mereka menghadapi tantangan dunia kerja yang sesungguhnya.

**Kata Kunci:** *Open Source, PNET LAB, VMWare, Virtualisasi, Laboratorium Komputer Virtual.*

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan terhadap Teknologi Informasi khususnya dibidang jaringan komputer di era globalisasi ini sangat mutlak bagi semua sektor usaha baik untuk mereka yang usahanya bergerak untuk mendapatkan keuntungan atau laba maupun mereka bergerak dalam bidang sosial atau nirlaba. Jauh sebelum berkembang pesatnya *internet* kita sering disuguhkan dalam adegan film-film *action Hollywood* dengan penyertaan berbagai teknologi informasi dan

komunikasi dimana seorang manusia bisa berinteraksi dengan manusia lainnya dibeda wilayah menggunakan perangkat komunikasi untuk dapat berbicara langsung sebelumnya hal ini dianggap hanya fiksi belaka akan tetapi seiring kemajuan dan berkembang pesatnya ilmu pengetahuan khususnya di bidang Teknik Informatika maka hal ini dapat terwujud dan kita gunakan sekarang seperti *Video Call* melalui beberapa aplikasi layanan *Chat*

Vol.14 no.2 | Desember 2023

EXPLORE : ISSN: 2087-2062, Online ISSN: 2686-181X / DOI: <http://dx.doi.org/10.36448/jsit.v14i2.3362>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[1]. Adapun penelitian ini diharapkan menghasilkan Solusi dalam hal penerapan sebuah laboratorium virtual yang dapat dimanfaatkan civitas akademi khususnya dosen dan mahasiswa untuk dapat melakukan simulasi berbagai perangkat keamanan jaringan sehingga para mahasiswa dapat beradaptasi dengan kemajuan teknologi keamanan jaringan dan juga dapat berdaya saing didunia kerja kelak setelah lulus dari perkuliahan.

Keamanan atas jaringan komputer tidak mengacu hanya pada satu aspek saja akan tetapi mengandung empat tautan penting: perangkat lunak, perangkat keras jaringan, layanan *Internet of Things* dan sumber daya Bersama (*Share Resources*). Definisi komputer keamanan jaringan oleh Organisasi Internasional untuk Standardisasi, keamanan jaringan komputer bersumber pada perlindungan perangkat keras, perangkat lunak, dan sumber daya data dalam sistem komputer agar tidak dihancurkan, diubah, atau lubang keamanan karena alasan kecelakaan atau berbahaya, sehingga sistem komputer terus beroperasi dengan handal, serta layanan komputer juga teratur. Untuk suatu sistem, peralatan fisik seperti sirkuit perangkat keras harus digunakan sebagai *carrier*, maka program fungsional pada *carrier* dapat dijalankan. Dengan menggunakan perangkat jaringan seperti *router*, *hub*, *switch* dan kabel, pengguna dapat membangun jaringan komunikasi yang mereka butuhkan. Untuk jaringan area lokal nirkabel skala kecil, orang dapat menggunakan perangkat ini untuk membangun jaringan komunikasi yang mereka butuhkan [2]

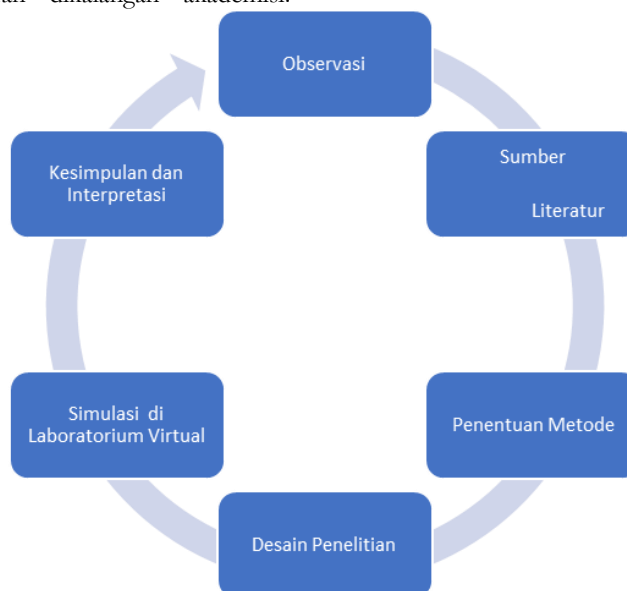
Kampus sebagai tempat kegiatan belajar dan mengajar bagi Mahasiswa dan Dosen, tempat berinteraksi dan saling bertukar fikiran dikalangan akademisi.

Kemajuan Teknologi Informasi yang berkembang pesat menambah kaidah keilmuan sehingga jika kalangan akademisi baik mahasiswa ataupun dosen tidak menerima kemajuan ini secara terbuka sudah dipastikan akan tertinggal dan sulit untuk beradaptasi. Seiring perkembangan tersebut kebutuhan akan perangkat jaringan juga bertambah, akan tetapi karena terkendala biaya perangkat dan lisensi sulit bagi para akademisi untuk melakukan penggalan berupa percobaan atas perangkat-perangkat jaringan yang akan diimplementasikan dalam penerapan keamanan jaringan informasi, dibutuhkan sebuah perangkat berupa *hardware firewall* contoh *Cisco* ataupun *Mikrotik* [3].

Pengadaan perangkat firewall tersebut membutuhkan dana yang tidak sedikit, butuh anggaran dana tersendiri yang memadai, untuk mengatasi permasalahan ini dalam penelitian ini peneliti ingin membuat sebuah laboratorium komputer dalam *Virtual Machine*. Dengan penggunaan laboratorium komputer virtual ini diharapkan Mahasiswa dan Dosen dapat melakukan simulasi keamanan menggunakan perangkat *firewall virtual* dengan menggunakan komputer yang memiliki spesifikasi syarat ketentuan minimum aplikasi laboratorium komputer virtual [4].

## 2. Metodologi

Adapun dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode yang berhubungan dengan prosedural, perangkat serta desain yang digunakan



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Penjelasan dari Diagram diatas adalah sebagai berikut

1. Mengumpulkan sumber-sumber yang relevan dan mengidentifikasi sumber-sumber *literature* yang berkesesuaian atas tema penelitian yang akan dilakukan

2. Seleksi sumber *literature*, dengan memasukan sumber-sumber yang valid sebagai acuan untuk pendukung atas penelitian yang akan

dilakukan (judul, nama pengarang, tahun penerbitan, jurnal atau penerbit, dll).

3. Penentuan Metode, sesuai dengan *literature* yang sudah digali dan kemudian dijadikan sebagai referensi penelitian untuk kemudian menentukan metode apa yang akan digunakan sebagai pendukung pelaksanaan penelitian.
4. Desain Penelitian, menentukan desain yang akan diterapkan sebagai garis besar langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pelaksanaan penelitian.
5. Simulasi di Laboratorium *Virtual*, melakukan simulasi atas beberapa perangkat dengan menggunakan laboratorium *computer virtual*.
6. Kesimpulan dan evaluasi.

#### A. Data

Dalam penelitian ini menggunakan data-data mengenai aplikasi *virtual machine* apa saja yang dapat digunakan untuk dijadikan sebagai aplikasi simulasi penggunaan perangkat-perangkat jaringan keamanan komputer, *Trending* teknologi virtualisasi dalam memangkas pengeluaran biaya pembelian perangkat keras (*hardware*) virtualisasi adalah sebuah server *side* mengenai kombinasi antara system operasi dan perangkat lunak [5].

#### B. Pengumpulan Data

Dalam tahapan pengumpulan data peneliti menggunakan metode pengumpulan data diantaranya adalah

##### 1. Studi pustaka

Dengan menggunakan beberapa sumber literatur sebagai acuan pelaksanaan penelitian ini, adapun sumbernya adalah melalui artikel jurnal yang sudah dipublikasi, buku sesuai keilmuan yang dijalani, dan juga media internet. Hal ini upaya agar penelitian ini terarah dan sesuai keilmuannya.

##### 2. Wawancara

Pelaksanaan wawancara dilaksanakan sebagai penunjang dalam mendapatkan data mengenai apa saja yang dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian. Wawancara merupakan salah satu metode yang dilakukan guna menggali sumber-sumber informasi dari beberapa nara sumber di tempat dimana penelitian ini dilakukan. Diantara sumber informasi yang didapat adalah permasalahan mengenai bagaimana melakukan praktikum untuk simulasi keamanan jaringan komputer dimana dibutuhkan perangkat keras berupa *Router Firewall*. dan pengadaan perangkat keras berupa *Router Firewall* itu membutuhkan biaya yang tidak sedikit dan hal ini menjadi masalah bagi perkembangan tingkat keahlian para lulusan.

#### C. Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa referensi sebagai acuan atau haluan dalam pelaksanaan meneliti diantaranya menggunakan beberapa karya ilmiah diantaranya buku, dan jurnal hasil penelitian yang sudah dipublikasikan di beberapa OJS (*Online Journal System*).

Berikut adalah beberapa jurnal penelitian yang digunakan sebagai pustaka penelitian. Penelitian yang dilakukan oleh Abdul Hasim, dkk dengan penelitian berjudul “Rancang Bangun *Virtual Laboratory* Pada Materi Praktikum Jaringan LAN” dalam penelitiannya menghasilkan bahwa rancangan aplikasi *Virtual Laboratory* untuk praktik instalasi jaringan LAN dengan rancangan menyesuaikan materi pembelajaran pada silabus dapat dilakukan dengan baik [6]. Saidi Ramadhan Siregar dalam penelitiannya yang berjudul “Efisiensi Fisik Komputer *Server* dengan Menerapkan *Proxmox Virtual Environment*”, menyatakan bahwa dengan implemenasi teknologi berbasis virtualisasi menggunakan Sistem Operasi *Proxmox* menjadi lebih efisien penggunaan computer server secara fisik [7]. Yudha, Dkk, dalam penelitiannya berjudul “Analisis Teknologi *Virtual Mesin Proxmox* Dalam Rangka Persiapan Infrastruktur Server (Studi Kasus: Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta), menyatakan hasil bahwa penggunaan *resource server* menjadi lebih optimal karena *resource* yang tersisa dan tidak digunakan bisa digunakan untuk menambah *virtual server* dan penggunaan *resource server* menjadi lebih optimal [8]. Rio Rasian Dkk, dalam penelitiannya berjudul “Perbandingan Kinerja Pendekatan Virtualisasi”, dengan menggunakan pendekatan *hardware-assisted virtualization* akan memiliki hasil lebih baik daripada menggunakan Solusi menggunakan pendekatan *full virtualization*[9] Iqbal Dkk, dalam penelitiannya yang berjudul “Perancangan Mesin *Virtual* Menggunakan *VMWare* Untuk Optimalisasi Server Pada PT. Concord Consulting Indonesia”, menghasilkan bahwa penerapan virtualisasi dalam mendukung program *Go Green* dan proses penggunaan dan pemeliharaannya lebih mudah karena didukung oleh fitur backup, juga harus diperhatikan spesifikasi pada komputer induk (*Host*) [10]. Nelmiawati Dkk, dalam penelitiannya yang berjudul “Rancang Bangun Lab Komputer *Virtual* Berbasis *Cloud Computing* Menggunakan *Openstack* Pada Jaringan Terpusat”, dalam penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan *server proxmox* lebih baik dalam penerapan pemanfaatan atas teknologi virtual untuk membuat laboratorium *virtual* [11].

#### D. Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Prepare, Plan, Design, Implement, operate* dan *Optimize* (PPDIOO). Metode ini adalah metode perancangan jaringan dari Cisco sebagai suatu siklus hidup pada layanan jaringan dalam mendukung pemutakhiran dibidang jaringan komputer [12].

Dibawah ini adalah beberapa tahapan dari penggunaan metode PPDIOO:

##### 1. *Prepare* (Persiapan)

Dalam tahap permulaan dilakukan berbagai persiapan dengan menentukan apa saja yang menjadi kebutuhan organisa dan dari segi bisnisnya. Pemanfaatannya untuk digunakan dalam pengembangan atas strategi jaringan dan juga mengusulkan sebuah konsep arsitektur jaringan



pada level expert dalam mendukung strategi yang ditunjang dengan dukungan keuangan pada organisasi tersebut.

## 2. Plan (Perencanaan)

Dalam tahapan ini melakukan kegiatan identifikasi atas suatu jaringan yang berorientasikan tujuan, fasilitas dan kebutuhan jaringan yang akan dibuat. Adapun fase ini menggambarkan karakteristik atas suatu jaringan, dengan tujuan dalam penilaian terhadap jaringan tersebut, dan juga melakukan gap analisa atas rancangan yang terbaik dalam sebuah arsitektur dengan melihat serta mempertimbangkan perilaku yang didapat dari lingkungan operasional. Untuk kemudian pengembangan atas perencanaan proyek dalam mengelola tugas-tugas. Dan juga para stakeholder, serta batu pijak dan beberapa sumber daya untuk membuat sebuah desain dan implementasinya. Rancangan proyek ini harus sesuai dengan ruang lingkup, biaya dan ukuran sumber daya yang berkesesuaian dengan kebutuhan bisnis. Rencana pada proyek ini kemudian diiringi dan dimutakhirkan selama dalam tahap-tahap siklus.

### 1. Design

Dalam tahapan desain jaringan ini yang dimutakhirkan sesuai persyaratan teknis serta bisnis yang didapat dari kondisi sebelumnya. Memiliki spesifikasi desain jaringan yakni suatu desain yang memiliki sifat komprehensif dan terperinci dalam memenuhi persyaratan teknis dan bisnis yang berlaku saat ini. Dengan selalu dapat diakses dan memenuhi syarat kehandalan,

keamanan, skalabilitas, kemudian kinerja. Yang didalamnya berupa hasil yakni diagram jaringan. Dan daftar peralatan-peralatan. Perencanaan atas proyek haruslah selalu diperbaharui dengan mengedepankan keterperincian informasi untuk dapat diimplementasikan, setelah tahap ini mendapatkan persetujuan maka dilanjutkan dengan implementasi.

## 2. Implementasi

Dalam tahapan ini dilakukan instalasi atas peralatan-peralatan baru kemudian dikonfigurasi sesuai spesifikasi dari desain yang dibuat. Perencanaan proyek juga harus diikuti sertakan selama tahap ini, jika terdapat perubahan seharusnya disampaikan dalam pertemuan (*meeting*).

## 3. Operate

Dalam tahapan ini melakukan *maintenance* rutin atas jaringan operasional diantaranya adalah pengelolaan dan *monitor* beberapa komponen jaringan, *maintenance routing*, melakukan pemutakhiran data *system*, mengelola kinerja serta melakukan identifikasi dan melakukan koreksi atas kesalahan jaringan. Ini merupakan ujian akhir dari tahapan desain

## 4. Optimize

Dalam tahapan ini melibatkan secara proaktif bagi manajer jaringan dengan mengidentifikasi dan penyelesaian masalah, sebelum berakibat atas performa jaringan. pada fase ini memungkinkan dalam memodifikasi desain atas jaringan serta untuk memperbaiki masalah kinerja dan juga dapat untuk menyelesaikan masalah-masalah pada aplikasi (*Software*).

## 3. Hasil dan Pembahasan

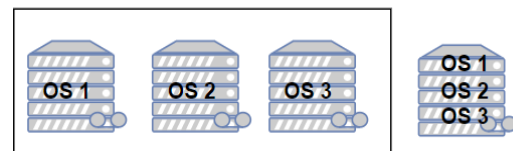
### 3.1. Analisa

Analisa dilaksanakan dalam memecahkan permasalahan adalah melakukan sebuah analisa ini merupakan tahapan yang sangat memiliki nilai penting dikarenakan proses analisa yang dilakukan secara akurat dapat menghasilkan suatu pengembangan manajemen atas computer server yang dapat memberikan efisiensi atas jumlah unit komputer server.

#### 3.1.2. Analisa Kebutuhan Hardware

Dalam melakukan simulasi menggunakan berbagai sistem operasi dan multiuser dalam sebuah unit computer server dibutuhkan perangkat keras (Hardware) yang dapat memenuhi kebutuhan resources untuk dapat menjalankan simulasi ini, adapun spesifikasi computer server yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- Mainboard sudah menggunakan teknologi Virtual
- Procesor Core i5 atau i7 lebih bagus lagi dengan spec processor Intel Xeon
- Kapasitas RAM minimal 32 GB
- Kapasitas penyimpanan minimum 1 TB
- Sistem Operasi Windows atau Linux

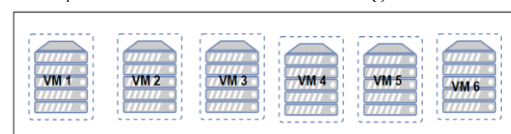


Gambar 2. Analisa jumlah unit fisik *computer*

Pada gambar diatas dapat dijelaskan bahwa pada bagian kiri memiliki 3 (tiga) unit *computer server* dengan masing-masing memiliki 1 (satu) system operasi, sedangkan pada gambar sebelah kanan menggambarkan bahwa dalam satu *computer server* terdiri dari system operasi induk dan 3 (tiga) system operasi dalam bentuk virtual pada *computer server* tersebut.

### 3.2. Design

Dalam tahapan ini menunjukkan suatu desain pada system virtualisasi yang akan diimplementasikan pada sebuah *computer server* bisa dilihat melalui gambar berikut.

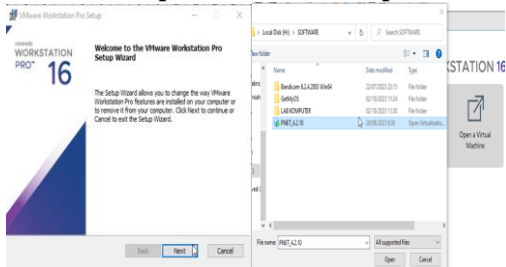


Gambar 3. Desain virtualisasi

### 3.3. Prototipe Simulasi

Dalam penelitian ini aplikasi yang digunakan untuk menjalankan beberapa system operasi lengkap dengan menggunakan simulasi jaringan adalah Sistem Operasi PNET LAB berbasis Linux yang berjalan dalam aplikasi VMWare. Berikut adalah tampilan dari hasil tangkapan layar saat menjakan aplikasi PNET LAB dalam VMWARE.

#### 3.3.1. Install Aplikasi PNET LAB pada VMWare



Gambar 4. Tangkapan layar awal proses install PNET

- Jalankan aplikasi VMWare
- Open Virtual Machine, tentukan lokasi penyimpanan image aplikasi PNET LAB
- Sebelum dijaankan buka seting VM tersebut kemudian klik pada prosesor checklist beberapa opsi dari virtual engine Virrtual Intel VT-x/EPT or AMD-v/RVI dam Virtualize CPU Performance Counter
- Lakukan beberapa setup pada aplikasi PNET LAB diantaranya menuntukan penggunaan IP Address static atau manual, kemudian pada tampilan terminal add user baru



Gambar 5. Tampilan pada terminal

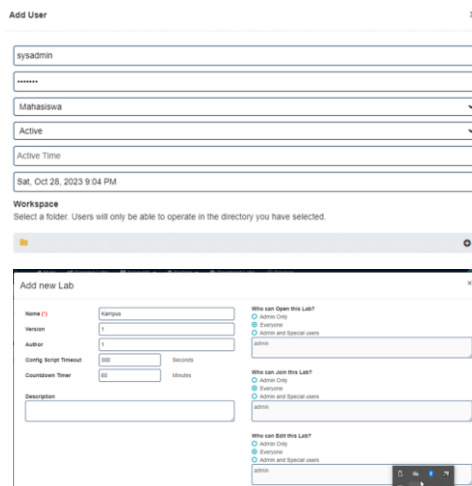
- Lihat ip address pada terminal kemudian , buka browser dan ketikan ip address tersebut pada browser, maka akan tampil tampilan seperti ini pilih Offline mode. Untuk login bisa gunakan username dan password default setelah itu bisa diubah passwordnya melalui menu admin pada aplikasi.



Gambar 6. Tampilan awal PNET LAB

#### 3.3.2. Penambahan User

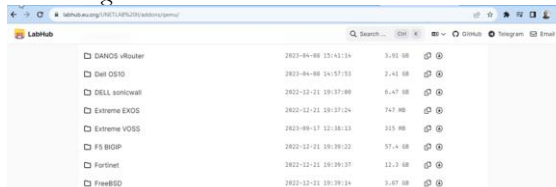
Dalam aplikasi ini PNET LAB ini dapat digunakan secara bersama dengan fitur multiusernya, jadi memungkinkan membuat beberapa lab yang berbeda untuk masing masing user yang terdaftar.



Gambar 7. Penambahan user dan Lab

#### 3.3.3. Menambahkan Node

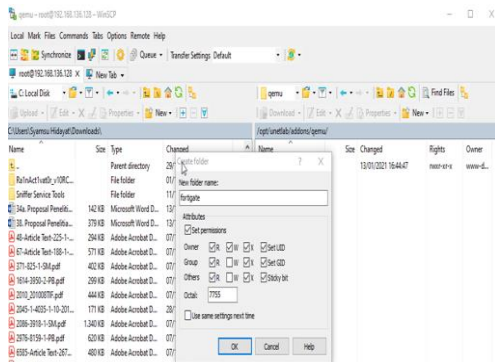
Untuk dapat melakukan simulasi dibutuhkan node yang berisikan Sistem Operasi yang akan digunakan dalam proses simulasi adapun node-node dapat diunduh melalui website labhub.eu.org.



Gambar 8. Tampilan website penyedia Node OS

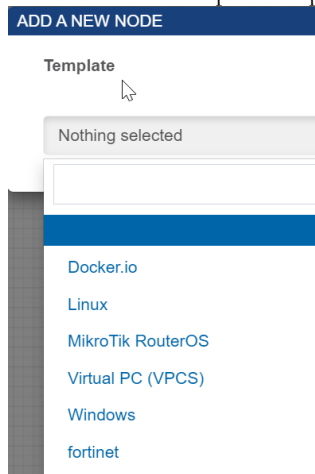
Setelah berhasil mendownload node kemudian lakukan transfer dari lokal computer ke PNET LAB computer menggunakan aplikasi Winscp menggunakan akun root, tentukan lokasi node yang sudah didownload dan juga tentukan lokasi tujuan dalam hal ini lokasi folder yang berada pada PNET LAB yakni di /opt/unetlab/addons/qemu, sebelumnya lakukan extract file hasil download kemudian lakukan upload folder hasil ekstrak dengan file berekstensi .qcow2 menggunakan aplikasi winscp





Gambar 9. Proses Transfer data dengan WinSCP

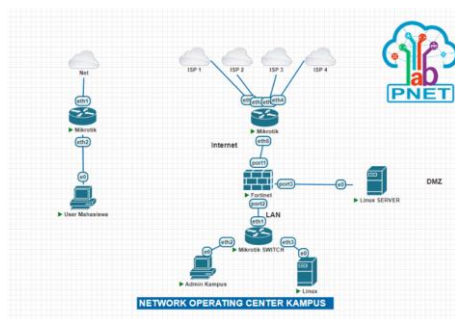
Kemudian lanjutkan dengan menambahkan node pada lab yang sudah dibuat sebelumnya dengan cara klik kanan pilih node maka akan muncul beberapa node yang sudah kita tambahkan seperti tampilan berikut.



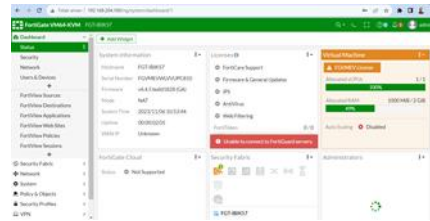
Gambar 10. Penambahan Node di Lab

### 3.3.4. Simulasi Lab

Langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi beberapa node yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang diinginkan sebagai missal contoh ingin kita mensimulasikan router Fortigate maka kita bisa menggunakan Fortigate dan beberapa node yang lain dibutuhkan pada simulasi tersebut sebelum diputuskan apakah akan menggunakan perangkat real.



Gambar 11. Simulasi Jaringan dengan Node



Gambar 12. Tampilan Fortigate/Fortinet

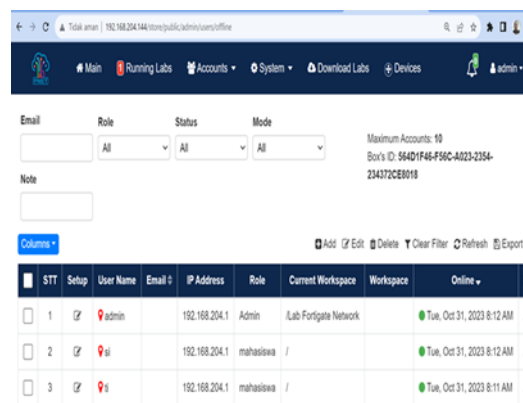
Berikut beberapa tampilan Node yang digunakan pada simulasi seperti yang telah dibuat.



Gambar 13. Sistem Operasi Windows dan Linux

Dalam simulasi yang dilakukan adalah bahwa komputer dalam satu jaringan bisa mengakses webservice yang berada pada DMZ dan juga komputer dari luar jaringan dapat mengakses webservice tersebut dengan melakukan Port Forwarding dibagian Policy/Firewall, dan juga beberapa rule yang diterapkan pada fortigate untuk mengatur keamanan jaringan.

Berikut adalah tampilan multiuser yang ada pada aplikasi PNET LAB.



Gambar 14. Tampilan Multiuser di lab computer virtual

## 4. Kesimpulan

Pada penelitian telah dapat dijalankan sebuah simulasi jaringan menggunakan Node dengan konfigurasi secara real menggunakan aplikasi PNET LAB, hal ini untuk mendapatkan gambaran dan referensi sebelum membeli dan menggunakan perangkat Router atau Firewall yang asli. Dan juga untuk dapat diterapkan kedalam kelas praktikum mahasiswa untuk mengatasi kekurangan resource yang dimiliki oleh para mahasiswa terutama perangkat computer.



## 5. Daftar Pustaka

- [1] C. A. Cholikh, "Dalam Berbagai Bidang," 2021.
- [2] Z. Munawar, M. Kom, and N. I. Putri, "Keamanan Jaringan Komputer Pada Era Big Data," *Jurnal Sistem Informasi-J-SIKA*, vol. 02, pp. 14–20, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.unibba.ac.id/index.php/j-sika/article/view/275>
- [3] F. Adhi Purwaningrum, A. Purwanto, E. Agus Darmadi, P. Tri Mitra Karya Mandiri Blok Semper Jomin Baru, and C. -Karawang, "Optimalisasi Jaringan Menggunakan Firewall," vol. 2, no. 3, pp. 17–23, 2018, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/view/251/144>
- [4] M. Putra Kusuma and N. R. Rosyid, "Pengembangan Purwarupa Laboratorium Virtual Berbasis VMWare dengan Terraform," *Journal of Internet and Software Engineering*, vol. 4, no. 1, 2023.
- [5] E. B. Pratama, "Perbandingan Kinerja Jaringan Dengan Server Virtual Dan Server Non-Virtual Ditinjau Dari Kualitas Layanan", [Online]. Available: <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/tera>
- [6] A. Hasim and A. Hadi, "Rancang Bangun Virtual Laboratory pada Materi Praktikum Jaringan LAN," *JAVIT: Jurnal Vokasi Informatika*, Jun. 2022, doi: 10.24036/javit.v2i2.78.
- [7] S. R. Siregar and S. Ramadan Siregar, "(media cetak) Efisiensi Fisik Komputer Server dengan Menerapkan Proxmox Virtual Environment," *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 1, no. 2, pp. 83–87, 2020.
- [8] Y. Christianto Firmansyah *et al.*, "Analisis Teknologi Virtual Mesin Proxmox Dalam Rangka Persiapan Infrastruktur Server (Studi Kasus: Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta)," 2019.
- [9] Rasian Rio and Mursanto Petrus, "Perbandingan Kinerja Pendekatan Virtualisasi".
- [10] Y. Supriadi and N. Sadikin, "Perancangan Mesin Virtual Menggunakan Vmware Untuk Optimalisasi Server Pada Pt. Concord Consulting Indonesia," 2013.
- [11] N. Cahyono Kushardianto, A. Hamim Tohari, Y. Prada Hasibuan, and D. Ely Kurniawan, "Rancang Bangun Lab Komputer Virtual Berbasis Cloud Computing Menggunakan Openstack Pada Jaringan Terpusat," *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, vol. 2, no. 1, pp. 11–17, 2018, [Online]. Available: <https://rdoproject.org/repos/rdo->
- [12] I. Made Widiarta, S. Esabella, and P. Widianara, "Science and Technology." [Online]. Available: <http://jurnal.uts.ac.id>

