

Desain Infrastruktur Laboratorium Virtual Berbasis Hypervisor untuk Mendukung Pembelajaran di Sekolah Dasar

Galura Muhammad Suranegara¹, Endah Setyowati², Ahmad Fauzi³
Sanni Deslia Pasaribu⁴, Adisty Nurrahmah Laili⁵

¹Universitas Pendidikan Indonesia, Purwakarta

²Universitas Pendidikan Indonesia, Purwakarta

³Universitas Pendidikan Indonesia, Purwakarta

⁴Universitas Pendidikan Indonesia, Purwakarta

⁵Universitas Pendidikan Indonesia, Purwakarta

Pos-el: ¹galurams@upi.edu; ²endahsetyowati@upi.edu,

³ahmad.fauzi@upi.edu, ⁴sannilia@upi.edu, ⁵adistylaili06@upi.edu

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk mempersiapkan generasi emas 2045 adalah dengan melakukan revitalisasi kualitas sumber daya manusia (SDM) secara merata sejak dini. Saat ini di Indonesia, pembelajaran berbasis eksperimen masih terkendala oleh tidak meratanya ketersediaan infrastruktur di sekolah dasar sehingga pada akhirnya pembelajaran hanya disampaikan secara teoritis. Penelitian ini menawarkan alternatif solusi kepada sekolah dasar agar dapat membangun infrastruktur laboratorium virtual dengan cara yang relatif mudah secara mandiri melalui teknologi hypervisor. Teknologi hypervisor dapat dimanfaatkan untuk membuat beberapa mesin virtual diatas sebuah mesin fisik. Maka sebuah mesin fisik tidak lagi hanya melayani seorang siswa saja namun dapat melayani beberapa siswa sekaligus melalui mesin virtualnya. Maka dari itu, teknologi hypervisor dapat meningkatkan efisiensi penggunaan perangkat keras sekaligus meminimalisir biaya pengadaan perangkat keras.

Kata kunci: Hypervisor, laboratorium virtual, virtualisasi, sekolah dasar

Indonesia diprediksikan berpeluang masuk kedalam lima negara di dunia dengan ekonomi terbesar pada tahun 2045 mendatang (Kemendikbud, 2017). Hal tersebut disebabkan oleh terjadinya percepatan pertumbuhan ekonomi akibat menurunnya rasio ketergantungan penduduk non-usia kerja terhadap penduduk usia kerja. Jika diamati lebih mendalam, rasio perbandingan tersebut dihitung rerata saja tanpa memerhatikan domisili penduduk. Maka untuk merealisasikan hal tersebut, kualitas sumber daya manusia (SDM) generasi emas 2045 harus disiapkan dengan baik sejak dini secara merata juga.

Merealisasikan hal tersebut bukanlah hal yang mudah karena dalam hal ketersediaan laboratorium komputer (labkom) misalnya, masih terdapat disparitas yang

cukup besar antara di sekolah-sekolah yang berada di daerah perkotaan dibandingkan daerah yang jauh dari perkotaan (Kemdikbud, 2014).

Selain disparitas, saat ini pembelajaran berbasis eksperimen di sekolah dasar masih terkendala oleh infrastruktur sehingga pada akhirnya pembelajaran dilakukan secara teoritis (Pramono et al., 2019). Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah menggunakan media pembelajaran praktikum virtual interaktif seperti Virtual Science Laboratory (Aljuhani et al., 2018). Setelah media pembelajaran tersedia, siswa dapat mengaksesnya melalui labkom.

Pemerintah Indonesia telah mengatur standar sarana dan prasarana sekolah termasuk labkom melalui Permendiknas No. 24 Tahun 2007. Labkom harus dapat menampung minimal satu rombongan belajar (rombel) yang bekerja berkelompok (dua orang/kelompok). Konsekuensinya, jika diasumsikan satu rombel terdiri dari 30 siswa maka sekolah harus menyediakan minimal 15 komputer fisik untuk siswa per rombelnya. Jika terdapat tiga rombel saja dalam waktu yang sama, maka sekolah harus memiliki minimalnya 45 komputer fisik. Hal ini dapat memicu masalah baru seperti tingginya biaya pengadaan perangkat keras, tingginya biaya penggunaan listrik, tingginya biaya perawatan dan lainnya.

Karena pemerintah tidak mengatur dengan rinci spesifikasi komputer baik perangkat keras maupun perangkat lunak yang harus digunakan, maka sekolah dapat berinovasi untuk menyediakan infrastruktur laboratorium yang lebih efisien dari segi penggunaan dan harga.

Saat ini teknologi virtualisasi sudah digunakan diberbagai institusi pendidikan dengan tujuan dan konfigurasi yang berbeda. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan di Kaunas University of Technology (KTU) telah berhasil membangun laboratorium virtual menggunakan teknologi *hypervisor* (Misevičiene et al., 2012). KTU memanfaatkan kontrak yang sudah berjalan dengan Microsoft sehingga *hypervisor* yang digunakan adalah Microsoft Hyper-V. Dari segi konektivitas, KTU membatasi akses laboratorium hanya untuk kalangan kampus saja. Pengguna dari luar kampus dapat terhubung melalui VPN yang diberikan dari pihak pengelola laboratorium. Selain itu, pemanfaatan *hypervisor* menggunakan Xen juga sudah pernah dilakukan untuk pelajaran keamanan komputer (Dong & YuYan, 2008). Tujuan utama dibangunnya

infrastruktur praktikum berbasis hypervisor tersebut adalah untuk menyediakan pengalaman *hands-on* yang lebih riil dibandingkan jika disampaikan secara teori saja.

Karena masing-masing penelitian memiliki tujuan penggunaan dan kalangan pengguna yang spesifik, *environment* yang dibangun memiliki kompleksitas yang berbeda. Maka dari itu, artikel ini bertujuan untuk mendesain infrastruktur laboratorium virtual yang dirancang dengan kompleksitas yang relatif rendah agar dapat direplikasi dengan mudah.

METODE PENELITIAN

Infrastruktur laboratorium virtual yang didesain pada penelitian ini dikembangkan menggunakan metode *research and development* (RnD) kemudian produk hasil penelitian diujicobakan secara terbatas pada skala laboratorium (Meredith D. Gall, Walter R. Borg, 2003).

Berdasarkan hasil studi awal, terdapat dua jenis hypervisor yang digolongkan berdasarkan level instalasinya (Apolinário, 2015) yaitu *bare-metal hypervisor* (hypervisor tipe 1) dan *hosted hypervisor* (hypervisor tipe 2). Berikut adalah perbandingan arsitektur hypervisor tipe 1 dan 2:



Gambar 1. Perbandingan Arsitektur Hypervisor tipe 1 (a) dan 2 (b)

Perbedaan utama dari kedua jenis arsitektur hypervisor terletak pada instalasi *hypervisornya*. Pada hypervisor tipe 1, hypervisor diinstalasi langsung diatas perangkat keras sedangkan pada hypervisor tipe 2, hypervisor diinstalasi diatas operating system

(OS). Penelitian ini telah mengembangkan infrastruktur laboratorium virtual berdasarkan kedua jenis hypervisor tersebut.

Agar *virtual machine* (VM) dapat diakses dari jarak jauh maka diperlukan protokol tambahan yang dapat melayani teknologi *remote desktop*. Beberapa protokol *remote dekstop* yang diadopsi pada penelitian ini adalah *secure shell* (SSH), *virtual network computing* (VNC) dan *remote dekstop protocol* (RDP).

RDP adalah protokol jaringan yang digunakan oleh Microsoft Windows Terminal Service dan Remote Desktop. RDP ini bekerja pada TCP/IP dan mengizinkan user untuk mengontrol isi dari komputer dari jaringan lokal (Microsoft, 2020). Protokol RDP hanya berjalan pada OS berbasis Windows saja. Protokol ini juga mempunyai fungsi multichannel seperti fitur arsitektur yang diperlukan untuk mendukung multipoint. Pengiriman data multipoint memungkinkan data dari aplikasi dikirimkan secara real time ke banyak pihak, tidak perlu mengirim data yang sama ke setiap sesi satu per satu. RDP juga menyediakan penyediaan komunikasi point-to-point (sesi tunggal) yang andal dan cepat.

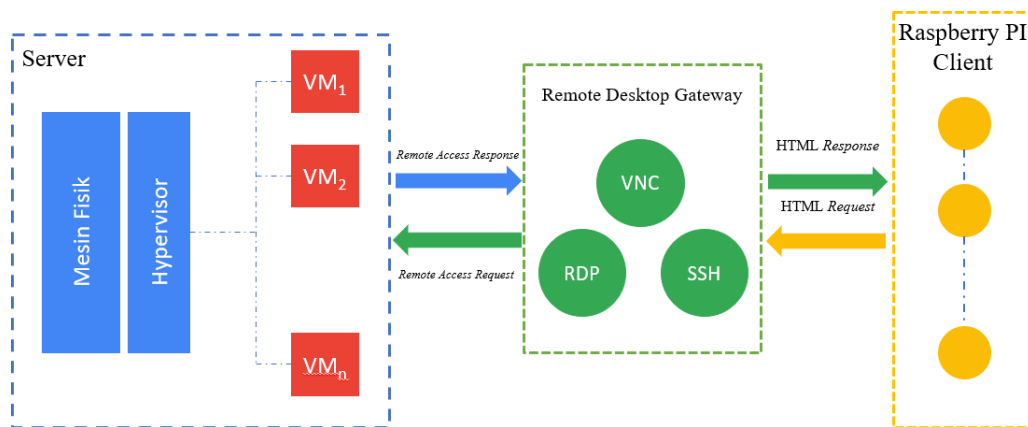
VNC (Virtual Network Computing) adalah sebuah sistem berbagi desktop yang menggunakan remote RFB (Remote Frame Buffer) yang berfungsi mengontrol komputer dari jarak jauh (Oracle Research Lab, 1998). Karena bekerja pada tingkat framebuffer, ini berpotensi berlaku untuk semua sistem operasi, sistem windowing, dan aplikasi. RFB mentransmit kejadian pada mouse dan keyboard dari satu komputer ke komputer lainnya, meng-update layar grafis secara realtime melalui jaringan. VNC awalnya digunakan untuk menerima koneksi HTTP yang diminta viewer melalui port VNC. Protokol ini juga bekerja di TCP/IP.

SSH (Secure Shell) merupakan protokol lain memberikan alternatif yang secure terhadap *remote session* tradisional dan *file transfer protocol* seperti telnet (Red Hat, 2005). SSH membentuk jalur yang aman pada komunikasi antar komputer. Protokol SSH menggunakan teknik enkripsi *public key* untuk pengguna autentikasi. Biasa digunakan untuk melakukan *remote log in* dan menjalankan komputer pada jarak jauh. Protokol SSH sudah mendukung otentikasi terhadap *remote host*. hanya dapat berjalan pada OS berbasis Linux/Unix saja namun dengan limitasi tanpa graphical user interface (GUI).

Ketiga protokol tersebut memiliki kegunaan dan fungsi yang berbeda, maka penggunaan protokol harus disesuaikan dengan jenis OS pada VM yang akan digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis mendesain dua alternatif infrastruktur laboratorium virtual berdasarkan kedua jenis hypervisor. Kedua alternatif arsitektur ini memiliki tujuan utama yang sama yaitu menjalankan OS secara virtual kemudian memberikan akses *remote* terhadap masing-masing VM. Berikut adalah desain infrastruktur laboratorium virtual berdasarkan hypervisor tipe 1 yang telah dibangun:



Gambar 2. Desain Infrastruktur Laboratorium Virtual Berbasis Hypervisor tipe 1

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa infrastruktur berbasis hypervisor tipe 1 yang didesain terdiri dari tiga blok besar yaitu *server*, *remote desktop gateway* dan *raspberry-pi client*. Server yang dibangun memiliki tujuan utama untuk menjalankan VM. Jumlah VM yang dapat dijalankan pada server sangat bergantung kepada dua komponen mesin fisik utama yaitu jumlah inti dan *thread* pada *processor* dan kapasitas *random access memory* (RAM). Perangkat lunak hypervisor yang digunakan pada penelitian ini adalah Proxmox-VE. Hypervisor tersebut tidak memisahkan jumlah inti dan *thread* dari mesin fisik akan tetapi hypervisor tersebut menjumlahkan keduanya. Jika processor memiliki 2 inti dan 4 thread maka hypervisor akan mendeteksi perangkat keras tersebut memiliki total 6 cpu yang dapat digunakan. Untuk menjalankan VM diatas server dengan mulus diperlukan konfigurasi CPU dan RAM yang tepat. Penelitian ini telah mengujicobakan

tiga jenis OS yang sering digunakan yaitu Windows 10, Ubuntu desktop dan Ubuntu server. Berikut adalah opsi konfigurasi minimal terbaik yang didapat:

Tabel 1. Konfigurasi Virtual Machine

OS	CPU	RAM	Protokol Remote
Ubuntu Desktop 18.04 x64	2	2	SSH
Ubuntu Server 18.04 x64	1	2	VNC
Windows 10 x64	2	3	RDP

Konfigurasi tersebut merupakan alokasi yang harus didedikasikan kepada VM, namun konfigurasi tersebut masih bisa disesuaikan jika diperlukan walaupun VM sudah pernah dijalankan. VM inilah yang kemudian akan dialokasikan kepada siswa untuk melakukan pembelajaran. Maka dari itu masing-masing siswa idealnya memiliki sebuah VM yang dialokasikan khusus untuk mereka. Siswa dapat mengakses VM secara remote karena infrastruktur yang dibangun memiliki *remote desktop gateway* (RDG).

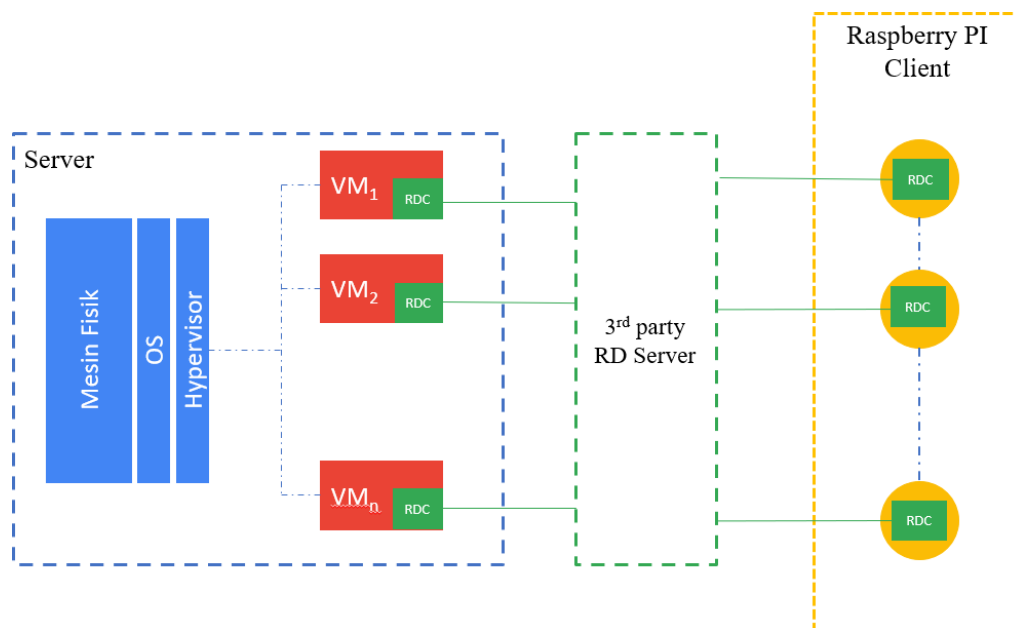
RDG pada desain infrastruktur ini memiliki fungsi utama untuk melayani konektivitas. Di dalam RDG terdapat 3 protokol utama yang dapat difungsikan sesuai dengan OS yang digunakan sebagaimana tercantum pada tabel 1. RDG pada penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak Apache Guacamole untuk melakukan manajemen pada RDG. Perangkat lunak ini sudah menyediakan autentikasi serta konfigurasi yang relatif mudah untuk digunakan sehingga ketika siswa melakukan login, siswa tersebut hanya dapat mengakses VM yang memang dialokasikan untuknya. Hal ini merupakan sebuah keuntungan karena guru atau pengelola lab dapat mendeteksi hasil kerja siswa secara langsung. Selain itu, jika terjadi kesalahan apapun yang dilakukan oleh siswa sehingga menyebabkan VM rusak, VM dapat dibuat ulang seketika tanpa khawatir akan merusak perangkat apapun.

Dari sisi pengguna (siswa), mereka hanya memerlukan browser untuk mengakses VM. Dengan kata lain, desain infrastruktur ini memungkinkan OS dapat dijalankan diatas browser. Maka dari itu, siswa tidak perlu lagi menggunakan komputer yang memiliki spesifikasi tinggi. Bahkan sebetulnya siswa dapat mengakses VM tersebut melalui smartphonenya masing-masing. Oleh karena itu untuk keperluan akses, pihak sekolah cukup menyediakan raspberry-pi yang relatif murah atau perangkat apapun yang dapat menjalankan browser.

Desain kunci infrastruktur laboratorium virtual berbasis hypervisor tipe 1 ini terdapat pada servernya dan konfigurasi RDG. Idealnya perangkat keras yang

digunakan sebagai server merupakan *bare-metal server* sungguhan yang menggunakan processor kelas enterprise. Namun penggunaan processor kelas *consumer* pun dapat digunakan dengan *trade-off* performansi.

Untuk simplifikasi, penelitian ini pun sudah mendesain infrastruktur laboratorium virtual berdasarkan hypervisor tipe 2. Berikut adalah desain yang berhasil dibangun:



Gambar 3. Desain Infrastruktur Laboratorium Virtual Berbasis Hypervisor tipe 2

Untuk simplifikasi, desain infrastruktur laboratorium berbasis hypervisor tipe 2 yang dibuat tidak mengatur RDG secara mandiri melainkan menggunakan layanan pihak ketiga. Pertimbangan layanan yang digunakan adalah kemudahan *resource* dan konektivitasnya. Salah satu contoh perangkat lunak yang dapat digunakan adalah Team Viewer. Saat diujicobakan, salah satu keunggulan perangkat lunak tersebut adalah stabilitas layanan koneksi remote desktopnya dan dapat mem-*bypass* VPN. Maka dari itu, baik pengguna dan pengelola lab tidak perlu mengkonfigurasi VPN kembali. Namun perangkat lunak tersebut harus diinstalasikan di masing-masing VM yang dibuat server dan di sisi perangkat yang dioperasikan pengguna.

Disisi server, hypervisor di instalasi diatas OS. Maka dari itu hypervisor tidak secara langsung mengakses mesin fisik. Akibatnya terjadi penurunan performa akibat OS itu sendiri. Namun demikian, perangkat server tersebut dapat difungsikan untuk keperluan lain jika tidak melayani VM.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dua desain infrastruktur untuk laboratorium virtual yang dapat di implementasikan di sekolah dasar untuk berbagai kepentingan. Berdasarkan hasil uji coba terbatas, didapatkan kesimpulan bahwa performa infrastruktur laboratorium virtual berbasis hypervisor tipe 1 lebih baik dibandingkan performa infrastruktur laboratorium virtual berbasis hypervisor tipe 2. Selain itu, karena jumlah alokasi CPU dan RAM berbanding lurus dengan jumlah VM yang akan dialokasikan kepada siswa, diharapkan pengelola laboratorium dapat merencanakan dengan baik pengadaan perangkat keras server dan mendapatkan performa VM yang handal. Sebagai referensi, pengalokasian CPU dan RAM minimum untuk masing-masing OS dapat menggunakan tabel 1 yang sudah disajikan. Dengan konfigurasi yang relatif mudah dan perangkat yang relatif murah tersebut, hasil penelitian ini diharapkan dapat diduplikasi maupun dimodifikasi sehingga mimpi besar Indonesia untuk merealisasikan pemerataan laboratorium komputer di seluruh Indonesia dapat terwujud kemudian secara bertahap menghasilkan generasi emas 2045.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljuhani, K., Sonbul, M., Althabiti, M., & Meccawy, M. (2018). Creating a Virtual Science Lab (VSL): the adoption of virtual labs in Saudi schools. *Smart Learning Environments*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0067-9>
- Apolinário, V. R. (2015). *Learning Hyper-V*.
- Dong, H., & YuYan, W. (2008). Teaching computer security using Xen in a virtual environment. *Proceedings of the 2nd International Conference on Information Security and Assurance, ISA 2008*, 389–392. <https://doi.org/10.1109/ISA.2008.18>
- Kemdikbud, S. P. D. dan S. P. (2014). *Disparitas prasarana sma antar provinsi di indonesia*.
- Kemendikbud. (2017). Peta Jalan Generasi Emas Indonesia 2045. *Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia*, 1–30. <https://paska.kemdikbud.go.id/wp-content/uploads/2018/08/170822-V.2-Generasi-Emas-2045-.pdf>
- Meredith D. Gall, Walter R. Borg, J. P. G. (2003). *Educational Research: An Introduction (7th Edition)*. Pearson Education, Inc.

- Microsoft. (2020). *Understanding The Remote Desktop Protocol*.
<https://docs.microsoft.com/en-us/troubleshoot/windows-server/remote/understanding-remote-desktop-protocol>
- Misevičiene, R., Ambraziene, D., Tuminauskas, R., & Pažereckas, N. (2012). Educational infrastructure using virtualization technologies: Experience at Kaunas university of technology. *Informatics in Education*, 11(2), 227–240.
<https://doi.org/10.15388/infedu.2012.12>
- Oracle Research Lab. (1998). *Virtual Network Computing*.
<http://web.mit.edu/cdsdev/src/howitworks.html>
- Pramono, S. E., Prajanti, S. D. W., & Wibawanto, W. (2019). Virtual Laboratory for Elementary Students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1387(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012113>
- Red Hat. (2005). *Red Hat Enterprise Linux 4: Reference Guide*.
<https://web.mit.edu/rhel-doc/4/RH-DOCS/rhel-rg-en-4/ch-ssh.html>