

Pemanfaatan Teknologi Virtualisasi Komputer guna Mendukung Praktikum Jaringan Komputer

Agung Hernawan

Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Sanata Dharma

Yogyakarta

hr.agung.hernawan@gmail.com

Abstrak—Praktikum Jaringan Komputer memerlukan sejumlah komputer yang berfungsi sebagai *client* dan *server*. Diperlukan juga sejumlah *router* dan *switch* yang bersifat *dedicated*. Namun *router* dan *switch* dapat digantikan dengan komputer yang dikonfigurasi secara khusus. Hal ini berarti untuk praktikum jaringan komputer diperlukan komputer dengan jumlah yang banyak. Kebutuhan akan jumlah komputer ini, kadang menjadikan kendala untuk melaksanakan praktikum jaringan komputer.

Virtualisasi memungkinkan untuk menjalankan beberapa mesin virtual pada sebuah komputer. Hal ini berarti dengan satu buah komputer dimungkinkan untuk mengadakan beberapa komputer virtual guna kebutuhan praktikum. Namun apakah komputer virtual dapat dipakai untuk kebutuhan praktikum jaringan komputer?

Pada penelitian ini dilakukan pengujian pada produk virtualisasi, VirtualBox dari Oracle Inc dan VMware Player dari VMware Inc. Kedua produk ini dipilih karena mempunyai lisensi yang bersifat bebas. Pada komputer virtual yang dihasilkan, diinstal sistem operasi Mikrotik. Dengan sistem operasi Mikrotik sebuah komputer dapat dikonfigurasi menjadi sebuah *router* ataupun *switch*.

Berdasarkan hasil pengujian, praktikum jaringan komputer sangat mungkin untuk dilakukan dalam lingkungan virtual. VMware Player berfungsi lebih baik dibanding dengan Virtual Box. VMware player mampu memvirtualisasikan *network interface card* lebih baik dibanding dengan VirtualBox. Pada komputer virtual dengan VMware Player, sistem operasi Mikrotik dapat menjalankan fungsi *bridge*. Hal ini dibutuhkan untuk melakukan praktikum jaringan komputer pada topik tentang *switching*.

Kata kunci—Virtualisasi, VMware Player, VirtualBox, Praktikum, Jaringan Komputer, Routing Firewall, Bridge

I. PENDAHULUAN

Jaringan komputer merupakan salah ilmu yang penting dewasa ini. APTIKOM (Asosiasi Perguruan Tinggi Informatika dan Komputer), yang berwenang untuk menyusun kurikulum inti berdasarkan SK Mendiknas No. 232/U/2002 dan No. 045/U/2002, memasukan bidang jaringan menjadi salah satu keahlian yang harus dimiliki oleh lulusan Informatika [1]. Dokumen IEEE (*Institute of Electrical and*

Electronics Engineers) *Computing Curricula* yang diacu oleh APTIKOM menggambarkan detail pentingnya bidang jaringan komputer dewasa ini [2]. Pada program studi Teknik Informatika USD (Universitas Sanata Dharma), jaringan komputer disamping menjadi matakuliah inti, juga menjadi salah satu bidang peminatan. Jaringan komputer tidak saja diajarkan dalam bentuk teori, tetapi juga dalam bentuk praktek[3].

Menurut standart ISO/OSI (*International Standard Organization's Open System Interconnect*), jaringan komputer dibagi menjadi 7 lapisan. Berturut-turut dari lapisan atas ke bawah adalah: *aplication*, *presentation*, *session*, *transport*, *network*, *data link*, dan *physical*. Pada model TCP/IP lapisan *presentation* dan *session* digabungkan menjadi satu masuk kedalam lapisan *aplication* [4].

Pada kurikulum program studi Teknik Informatika USD [3], praktikum jaringan dibagi menjadi beberapa topik bahasan, sesuai dengan lapisan menurut model TCP/IP, yaitu:

- 1) Sebuah jaringan lokal dengan dua buah komputer: satu berfungsi sebagai *server* dan satu berfungsi sebagai *client*. Materi ini untuk memberi gambaran bagaimana lapisan *aplication* bekerja dengan dengan arsitektur *client-server*. Mahasiswa juga diajarkan ketrampilannya untuk menjalankan *web-services* seperti mengaktifkan DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*), *Web Server*, *Mail Server*, dsb. Koneksi antara *client* dan *server* dilakukan melalui media *wire* dan *wireless*.
- 2) Menghubungkan beberapa jaringan lokal dengan *router*. Materi ini untuk memberi gambaran cara kerja lapisan *network* sekaligus melatih ketrampilan dalam bidang *routing*. *Router* dikonfigurasi dengan *static* dan *dynamic routing*.
- 3) Topik lanjutan dari *routing* adalah mengamankan jaringan melalui *firewall*. Pada bahasan ini mahasiswa akan mendapatkan gambaran *packet filtering* yang bekerja pada lapisan *network* dan *transport*.
- 4) Bahasan tentang *switching* akan memberi gambaran pada mahasiswa tentang cara kerja dan algoritma-algoritma yang ada pada lapisan *data link*.

Berdasarkan uraian di atas, praktikum jaringan komputer memerlukan perangkat keras yang ragam dan jumlahnya

banyak. Diperlukan sejumlah komputer baik sebagai *server* maupun *client*. Komputer-komputer tersebut perlu dilengkapi juga dengan kartu jaringan. Diperlukan pula komputer yang difungsikan sebagai mesin *sniffer* diperlukan untuk menjelaskan cara kerja protokol jaringan komputer.

Selain sejumlah komputer, dibutuhkan pula perangkat jaringan infrastruktur jaringan seperti: *router*, *switch*, kabel dan perangkat *wireless*. *Router* dan *switch* dapat berupa perangkat keras khusus, tetapi dapat juga berupa sebuah komputer yang dengan sejumlah kartu jaringan, kemudian dikonfigurasi secara khusus [5]. Dengan demikian, untuk melakukan praktikum jaringan komputer diperlukan jumlah komputer yang tidak sedikit.

Pemakaian simulasi dapat mensiasati tingginya jumlah dan ragam perangkat keras yang dibutuhkan. Ada berapa program simulator jaringan yang tersedia secara bebas, misalnya ns2. Namun simulator ditujukan untuk kepentingan penelitian, sehingga kurang cocok dipakai untuk pengajaran jaringan komputer [6].

Simulator yang ditujukan untuk pembelajaran adalah Cisco *Packet Tracer*. Aplikasi ini dapat mensimulasikan, memvisualisasikan dan memberikan fasilitas untuk pengajaran pemahaman konsep jaringan komputer. Namun Program ini tidak tersedia secara bebas, hanya boleh dipakai oleh institusi yang terafiliasi dengan program Cisco *Academy*.

Tidak ada permasalahan legal untuk menggunakan aplikasi ini bagi program studi Teknik Informatika USD, karena telah tergabung dalam program Cisco *Networking Academy* [7]. Namun berdasarkan pengalaman penulis selama mengajar pada Cisco *Networking Academy* di Teknik Informatika USD, tidak semua mahasiswa bisa mengikuti program ini. Salah satu kendalanya adalah ada sebagian mahasiswa yang kesulitan dengan pemakaian bahasa Inggris, baik pada materi perkuliahan, latihan soal dan ujian.

Berangkat dari hal tersebut di atas, maka perlu dicari upaya agar pembelajaran jaringan komputer tetap bisa berjalan, dengan kebutuhan jumlah komputer yang minimal.

II. ALTERNATIF PEMECAHAN

Ragam perangkat jaringan seperti *router* dan *switch* dapat dikurangi dengan jalan tidak memakai perangkat khusus. Sebuah komputer akan dikonfigurasi menjadi sebuah *router* ataupun *switch*. Guna menekan biaya maka perlu dicari sistem operasi yang berlisensi bebas untuk diinstalasikan pada komputer-komputer tersebut. Salah satu alternatifnya adalah linux. Ada banyak turunan dari linux yang dikhususkan agar komputer berfungsi sebagai *router*. Rangkuman dari produk tersebut dapat dilihat pada rangkuman yang ditulis pada halaman Wikipedia [8].

Untuk kepentingan praktikum penulis memilih produk Mikrotik. Pemilihan berdasarkan kebutuhan sumber daya yang kecil, dengan kebutuhan minimum RAM 32 MB, Hardisk 64 MB. Mikrotik mempunyai kemampuan untuk melakukan *static*

& *dynamic routing*, *firewall*, serta dapat dikonfigurasi menjadi *bridge*. Pada Mikrotik terdapat layanan *web service* dan *tools* yang diperlukan untuk keperluan praktikum jaringan komputer. Jadi produk ini memenuhi kriteria untuk yang dibutuhkan. Salah satu kekurangannya adalah lisensinya yang berbayar. Namun Mikrotik menawarkan *free trial* selama 24 jam, yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan praktikum. Selain membuat produk berupa sistem operasi, Mikrotik juga mempunyai produk yang berupa perangkat keras. Harga perangkat kerasnya beragam mulai dari produk untuk kebutuhan rumah tangga sampai dengan skala menengah [9]. Hal ini menjadi *point* penilaian tersendiri, apalagi mengingat produk ini banyak dipakai di Indonesia.

Konsep virtualisasi menawarkan kemungkinan menghadirkan sebuah mesin komputer secara *virtual*. Perangkat lunak virtualisasi dapat menyediakan perangkat keras komputer seperti CPU, *memory*, *storage*, *I/O device* dan NIC (*Network Interface Card*) dalam bentuk *virtual*. Aplikasi virtualisasi mampu membuat sebuah VM (*Virtual Machine*) yang memungkinkan pemakai untuk menjalankan sebuah sistem komputer pada VM. Dengan teknologi virtualisasi beberapa sistem komputer *virtual* dapat berjalan secara bersama-sama dalam satu fisik perangkat komputer [10]

Virtualbox dari Oracle Corps merupakan salah satu aplikasi virtualisasi [11]. Tersedia pula aplikasi serupa yaitu VMware Player dari VMware Inc [12]. Kedua aplikasi menawarkan hal yang hampir sama. Teknologi virtualisasi yang ditawarkan dapat berjalan pada berbagai macam perangkat keras dengan berbagai macam sistem operasi. Pada VM yang dibuat instalasikan sistem operasi yang bermacam-macam. Lisensinya bersifat bebas, berarti bisa dipakai tanpa perlu mengeluarkan biaya.

Disamping menawarkan virtualisasi NIC, VirtualBox dan VMware Player, menawarkan dukungan infrastruktur jaringan yaitu *virtual switch*. Tipe *virtual switch* yang disediakan adalah NAT (*Network Address Translator*), *Bridge*, *Host Only*, dan LAN *Segment/Internal Network* [11][12].

Serangkaian pengujian akan dilakukan untuk melihat apakah virtual NIC beserta infrastruktur jaringan komputer yang disediakan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan praktikum. Bila hal tersebut dimungkinkan, maka terbuka peluang untuk melakukan praktikum jaringan komputer dalam lingkungan virtual. Dampak yang diperoleh adalah penyelenggaraan praktikum jaringan komputer menjadi mudah dan murah.

III. TINJAUAN PUSTAKA

Kajian akan menekankan pada kemampuan virtualisasi yang berhubungan dengan masalah jaringan komputer. Tinjauan pustaka berdasarkan dokumen *user's manual* VirtualBox dan VMware Player.

VirtualBox dan VMware Player dapat membuat *virtual* NIC yang akan dikenali sebagai AMD PCNET PCI adapter

atau Intel Pro/1000 MT Server adapter. Untuk setiap VM yang dibuat, VMWare Player dapat memvirtualkan 10 NIC, sementara VirtualBox hanya 8 buah. *Virtual NIC* dapat dikonfigurasi untuk dihubungkan dengan *virtual switch* yang tipenya ada 4 macam, yaitu :

- 1) *Bridge*. *Virtual NIC* yang terkoneksi dengan *switch* tipe ini akan terhubung secara langsung dalam satu jaringan dengan *physical NIC*.
- 2) *NAT*. *Virtual NIC* akan mempunyai jaringan terpisah dengan *physical NIC*. Namun *virtual NIC* dapat berbagi koneksi dengan *physical NIC* melalui proses *network translation*.
- 3) *Host Only*. *Virtual NIC* pada VM akan terkoneksi dengan *virtual NIC* pada *host* komputer. Pada *host* komputer tidak perlu ada *physical NIC*, karena akan dibuatkan *virtual NIC* (semacam *loopback*).
- 4) *Switch Internal*. *Virtual NIC* antara VM satu dengan yang lain dapat dihubungkan dengan *switch* tipe ini. Pada VirtualBox dinamai *Internal Networking*, sedangkan VMware Player menamai dengan *LAN Segment*.

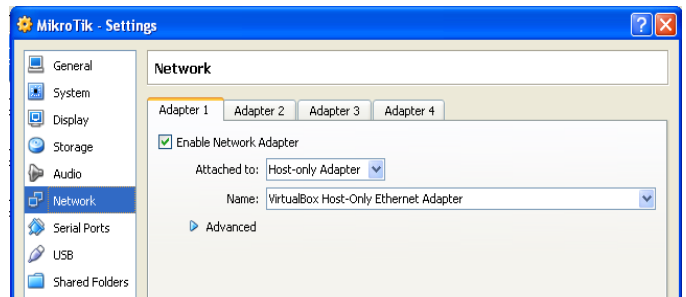
IV. PENGUJIAN

Topologi jaringan yang dipakai untuk pengujian dibuat sederhana, namun dapat mewakili setiap aspek praktikum. Dilakukan beberapa pengujian yang akan dilakukan, dengan tujuan agar kepentingan praktikum jaringan komputer bisa berjalan di lingkungan virtual. Pengujian dilakukan pada beberapa *host* komputer dengan spesifikasi prosesor dan sistem operasi yang berbeda-beda. Prosesor yang dipakai mulai dari Intel generasi Centrino, i3, sampai i5, dengan memori 4 GB. Sistem operasi pada *host* mulai dari Windows XP, Window 7 dan Windows 8. Versi perangkat lunak virtualisasi yang diuji merupakan versi terbaru dari masing-masing produk, yaitu versi 4.2.10 untuk VirtualBox dan versi 2.5.5 untuk VMware Player.

A. Virtualisasi NIC

Praktikum jaringan komputer memerlukan komputer dengan beberapa NIC agar bisa dioperasikan sebagai *router* atau *switch*. Pengujian diawali dengan menguji seberapa banyak NIC yang dapat dibuat pada sebuah VM. Pada VM tersebut akan di-*instal* sistem operasi Mikrotik. Spesifikasi komputer virtual adalah: prosesor tunggal, Memori 64 KB, Hardisk 128 KB, CDROM.

Hasil Pengujian pada VMware Player berhasil dibuat 10 buah, VirtualBox NIC berhasil dibuat 4 buah. Tidak ditemukan cara untuk menambah NIC melalui GUI (*Graphical User Interface*) yang ada. Penambahan NIC harus dilakukan dengan perintah *command line*. Meskipun cara ini dijelaskan pada dokumen VirtualBox, namun hal ini kurang begitu praktis.



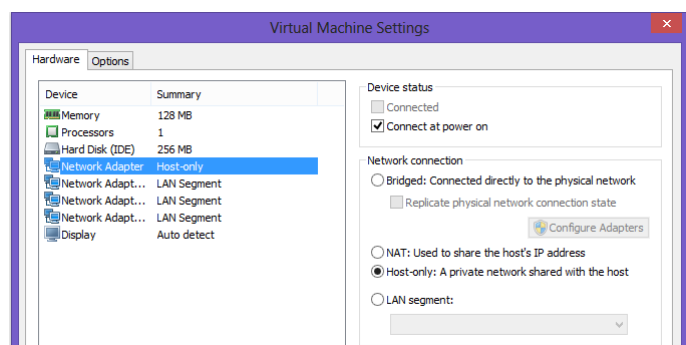
Gambar. 1. Pada GUI VirtualBox Hanya Terdapat 4 NIC

B. Virtualisasi Switch

Tipe *switch* yang dibutuhkan tergantung dari skenario praktikum. Tipe NAT dan tipe *Bridge* dipakai ketika VM butuh koneksi keluar dari *host*, misalnya ke Internet. Tipe *switch Host Only* dibutuhkan ketika mesin *virtual* dan *host* butuh terkoneksi, misalnya dari *host* ingin melihat paket yang lewat dengan melakukan *sniffing*. *Host Only* juga diperlukan ketika dari komputer *host* ingin mengendalikan komputer yang ada pada VM secara *remote*. Oleh sebab itu, penting untuk menguji ragam dan jumlah *virtual switch*.

VirtualBox dan VMware Player dapat memvirtualisasikan dengan baik *switch* tipe NAT, *Bridge* dan Internal. Jumlah *switch* internal yang berhasil dibuat, bisa lebih dari 10 buah. Ketika dicoba untuk membuat *switch* tipe *Host Only*, VirtualBox dapat membuat lebih dari 10 buah. Sementara VMware Player pada GUI hanya tersedia 1 buah, padahal menurut *user's guide* bisa 8 buah. Tidak ada penjelasan lebih lanjut pada dokumen VMware Player.

Namun, hal ini mirip dengan masalah VirtualBox pada pengujian *point A*. *Switch Host Only* pada VMware Player dapat ditambahkan melalui *command line*. Fasilitas konfigurasi melalui GUI pernah tersedia pada VMware Player versi lama, namun pada versi baru dihilangkan. Tetapi aplikasi GUI versi lama ternyata masih bisa digunakan pada versi yang baru.

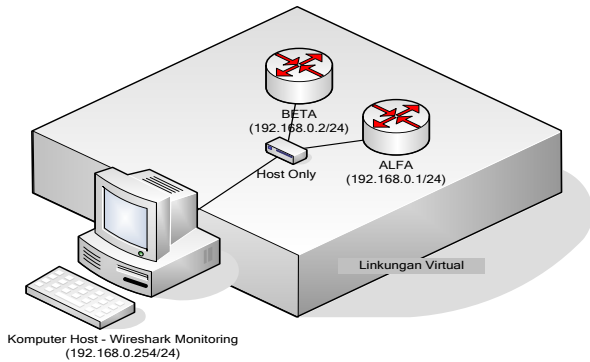


Gambar. 2. Pada GUI VMware Player Versi 2.5.5 Hanya Terdapat 1 Switch Tipe Host Only

C. Sniffing pada Host Only

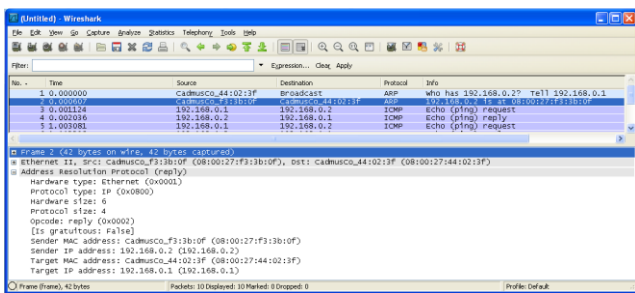
Praktikum topik jaringan lokal dilakukan dengan dibutuhkan 2 buah komputer yang berfungsi sebagai *client* dan *server*. Untuk melihat cara kerja protokol, diperlukan satu komputer difungsikan sebagai *sniffer* untuk melihat pertukaran data antara *client-server*. Untuk menghemat sumber daya

sniffing dapat dilakukan pada *host* komputer. Hal ini bisa dilakukan dengan memanfaatkan *switch* tipe *Host Only*. Pada *host* komputer dijalankan aplikasi yang berfungsi sebagai *protocol analyzer*, yaitu aplikasi Wireshark [13]. Topologi dapat dilihat pada gambar 3



Gambar. 3. Topologi ALFA – BETA Berfungsi sebagai *Client-Server* dan Komputer *Host* Melakukan *Packet Sniffing*

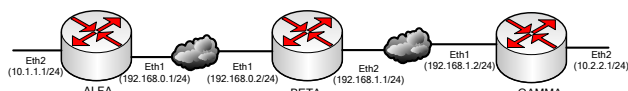
Pada pengujian ini dilakukan dengan cara mengirim paket ICMP (*Internet Control Message Protocol*) dari *router* ALFA ke *router* BETA. Akan dilihat apakah Wireshark yang dijalankan pada *host* dapat menangkap paket tersebut. Pada VirtualBox dan VMWare *Player*, program Wireshark yang berjalan pada komputer *host*, dapat menangkap paket ICMP dan paket ARP (*Address Resolution Protocol*) yang lewat.



Gambar. 4. Wireshark pada Komputer *Host* dapat Melakukan *Sniffing* Melalui *Switch* Tipe *Host Only*

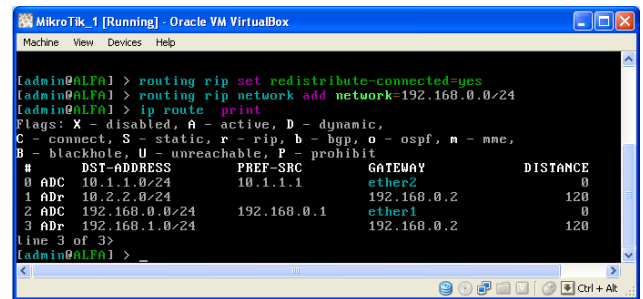
D. Routing pada Mesin Virtual

Jaringan diperbesar dengan menambahkan *router* GAMMA, serta NIC kedua pada *router* ALFA dan BETA, yang topologinya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar. 5. Topologi ALFA – BETA – GAMMA untuk Pengujian Routing dan *Firewalling*

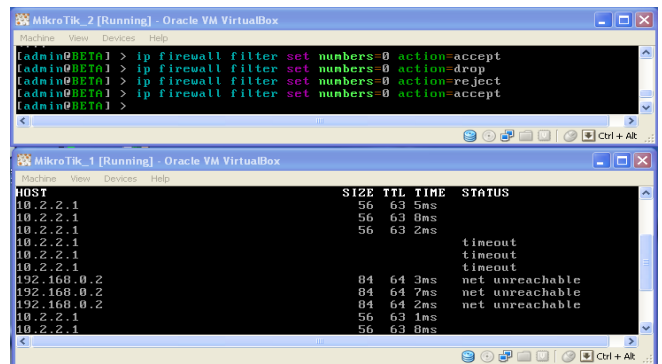
Kemudian dilakukan uji coba dengan menjalankan *dynamic routing* dengan protokol RIP (*Routing Information Protocol*). Pengujian menunjukkan bahwa pada VirtualBox dan VMWare *Player* dapat bekerja dengan baik, ditandai dengan terbentuknya *routing table* RIP pada ke 3 buah *router*. Uji coba mengirim paket ICMP dari *router* ALFA ke *router* GAMMA dapat berjalan dengan baik.



Gambar. 6. Terbentuk *Routing Table* RIP pada *Router* ALFA

E. Firewall

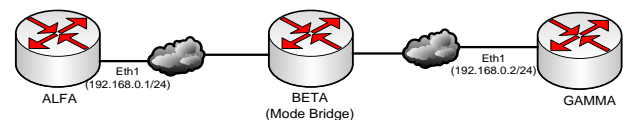
Pengujian berikutnya adalah mengubah fungsi *router* BETA menjadi *firewall*. Pada *router* BETA dikonfigurasi untuk memfilter paket ICMP dari ALFA ke GAMMA. Pengujian dilakukan dengan mengubah *action* untuk paket tersebut untuk kondisi *drop*, *reject* dan *accept*. Hasilnya pada *Firewall* dapat berfungsi pada lingkungan mesin virtual, seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar. 7. Hasil Uji coba *Firewalling* Paket ICMP untuk *Action* : *Drop*, *Reject* dan *Accept*

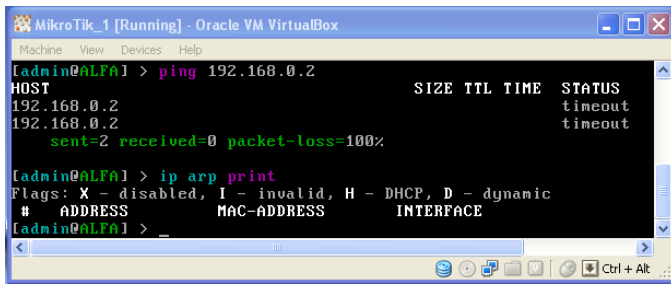
F. Bridging pada Mesin Virtual

Pada praktikum jaringan komputer diperlukan dengan digunakan sebagai materi pembelajaran tentang *switching*. *Dedicated switch* dapat digantikan sebuah *router* yang dioperasikan sebagai sebuah *bridge*. Hal ini berarti penting untuk menguji kemampuan apakah pada komputer virtual dapat difungsikan sebagai *switch*. Untuk pengujian dibuat konfigurasi jaringan seperti pada Gambar 8, dengan *router* ALFA dikonfigurasi menjadi *bridge*.



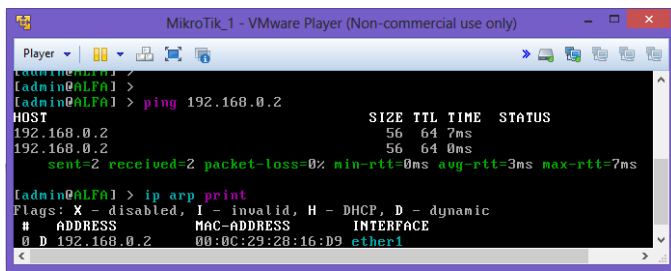
Gambar. 8. Topologi ALFA – BETA (sebagai *Bridge*) dan GAMMA

Pada VirtualBox, sewaktu dikirimkan paket ICMP dari ALFA ke GAMMA, paket tidak berhasil dikirim. ALFA tidak dapat melakukan ARP ke GAMMA, table ARPnya kosong, seperti terlihat pada gambar 9. Hal ini berarti BETA tidak dapat menyediakan *link* untuk berfungsi menjadi sebuah *bridge*.



Gambar. 9. Pada Virtualbox ALFA Tidak Dapat Mengirimkan Paket ICMP dan Tabel Arpnnya Kosong

VMware Player menghasilkan hasil yang berbeda pada pengujian ini. Paket ICMP berhasil dikirimkan, serta terbentuk tabel ARP pada ALFA maupun GAMMA. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 10. Pengujian lebih jauh, yaitu untuk melihat sejauh mana aspek keamanan jaringan dapat dilakukan pada *switching* yang dibuat pada VM. Hasil pengujian menunjukkan VMware dapat bekerja dengan baik.



Gambar. 10. Pada VMware Player ALFA Berhasil Mengirimkan Paket ICMP dan Ada Tabel ARP ke Arah GAMMA

V. ANALISA DAN KESIMPULAN

Dari hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa praktikum jaringan komputer dapat dilakukan pada lingkungan VM. Keuntungan pemanfaatan teknologi virtualisasi adalah untuk menyelenggarakan praktikum jaringan komputer cukup hanya dilakukan pada sebuah perangkat keras komputer.

Dari hal tersebut diatas akan diperoleh beberapa keuntungan yang lain, misalnya:

- Penghematan biaya diperoleh, karena tidak perlu diadakan perangkat keras jaringan komputer
- Diperoleh kemudahan melakukan praktikum, sehingga memungkinkan mahasiswa untuk berlatih secara mandiri selama tersedia sebuah komputer.
- Kemudahan konfigurasi jaringan, karena terhindar dari kerumitan *cabling*. Dengan memilih tipe switch yang tepat dengan mudah menghubungkan komputer pada VM agar dapat terhubung ke arah yang dikehendaki.
- Kemudahan untuk melakukan *protocol analyzer* dengan aplikasi Wireshark yang dijalankan pada komputer *host*.

Meskipun mempunyai beberapa keuntungan, namun berdasarkan pengalaman penulis, praktikum pada lingkungan nyata masih tetap diperlukan. Hal ini untuk memberi

pengalaman nyata bagi mahasiswa, khususnya yang baru belajar pada tahap-tahap awal jaringan komputer.

Dari hasil pengujian terhadap produk virtualisasi yang tersedia dan berlisensi bebas, VMware Player dan VirtualBox dapat digunakan untuk keperluan praktikum jaringan komputer untuk topik aplikasi *client-server*, *web services*, *routing* dan *firewalling*. Untuk praktikum dengan topik *switching* hanya bisa dilakukan dengan VMware Player. Produk ini dapat memvirtualkan infrastruktur jaringan komputer dengan baik, khususnya pada lapisan *data link*. Hasil pengujian menunjukkan pada VM yang dihasilkan, dapat menjalankan fungsi *bridging*.

Kesimpulan akhir adalah praktikum jaringan komputer dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi virtualisasi yang disediakan oleh aplikasi VMware Player dikombinasikan dengan sistem operasi yang disediakan oleh Mikrotik. Dengan teknologi ini maka kebutuhan komputer yang banyak dapat dipenuhi dengan hanya sebuah komputer yang dipakai untuk membuat beberapa mesin virtual. Dengan demikian kebutuhan akan jumlah perangkat dan biaya dapat ditekan. Apalagi mengingat perangkat lunak ini berlisensi secara bebas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] APTIKOM, "Panduan Penyusunan Kurikulum Rumpun Ilmu Informatika versi 2.0", 2008
- [2] ACM, AIS, and IEEE CS, "Computing Curricula 2005"
- [3] Teknik Informatika, FST, USD, "Kurikulum Teknik Informatika", 2007.
- [4] Fourozan, Behrouz A., "Data Communication and Networking", McGraw-Hill, 2007
- [5] Ishiguro, Kunihiko, et al, "A routing software package for TCP/IP networks : Quagga", July 2006
- [6] Information Sciences Institute, "Nsnam About"
- [7] Cisco, "Cisco Packet Tracer Tutorials", version 6.0
- [8] Wikipedia, "List of router or firewall distributions", http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_router_or_firewall_distributions, diakses Maret 2013
- [9] Mikrotik Co, "Mikrotik RouterOS v3.0", 2008
- [10] Silberschatz, Abraham, et al, "Operating System Concepts 7 edition", Jhon Wiley & Sons, 2005
- [11] Oracle Corporation, "Oracle VM VirtualBox User Manual", Oracle Corporation, 2013
- [12] VMware Inc, "Getting Started with VMware Player", VMware Inc, 2012
- [13] Lamping, Ulf, et al, "Wireshark User's Guide", 2012