

PENGAJARAN KONSEP SISTEM OPERASI DENGAN MEMANFAATKAN PERANGKAT LUNAK MESIN VIRTUAL DAN MINIX

Heri Kurniawan¹, Rizal Fathoni Aji¹

*1 Digital Library and Distance Learning Lab
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia
Kampus Baru Universitas Indonesia*

Telp: (021) 7863419 Ext:3200, Fax: (021) 7863415

Depok Jawa Barat, 16424

E-mail: herik@cs.ui.ac.id, rizal@cs.ui.ac.id

ABSTRAK

Salah satu cara untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap suatu materi adalah melalui praktikum. Sebelum praktikum dilaksanakan, sarana dan skenario praktikum harus dipersiapkan terlebih dahulu dengan baik agar tujuan praktikum dapat tercapai. Salah satu sarana dalam praktikum sistem operasi adalah mesin virtual untuk menunjang serangkaian eksperimen seperti pemrograman kernel dan administrasi sistem. Dengan mesin virtual, beberapa sistem operasi dapat diinstall dengan mudah tanpa harus menambah komputer baru. Tugas pemrograman dan debugging kernel sistem operasi dapat dilakukan tanpa mempengaruhi pengguna lain. Hal ini membuat penyelenggaraan praktikum menjadi lebih mudah. Pada paper, ini akan dibahas strategi pemanfaatan mesin virtual dan sistem operasi minix untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep sistem operasi.

Kata Kunci: Mesin Virtual, Sistem Operasi

1. PENDAHULUAN

Pengajaran materi kuliah sistem operasi hanya dalam bentuk teori ternyata adalah hal yang cukup ‘membosankan’ bagi siswa. Siswa butuh terjun langsung melakukan eksperimen guna lebih memahami bagaimana sebenarnya sistem operasi bekerja. Pengenalan berbagai macam sistem operasi bagi siswa yang jumlahnya puluhan hingga ratusan tidaklah mudah karena membutuhkan banyak komputer. Jika instalasi satu sistem operasi membutuhkan satu komputer, maka akan dibutuhkan lima komputer, bila terdapat lima sistem operasi yang akan diinstall. Bayangkan jika terdapat 100 siswa yang mengikuti perkuliahan, maka akan dibutuhkan 500 PC untuk praktikum sistem operasi. Kesulitan penyelenggaraan praktikum ini dapat diatasi jika kita menggunakan mesin virtual.

Mesin virtual mampu menjalankan lebih dari satu sistem operasi secara bersamaan pada satu komputer (Parmelee, 1972). Jika sebuah komputer berperan sebagai server, maka puluhan siswa dapat menikmati berbagai sistem operasi dengan menggunakan mesin virtual yang sudah terinstall pada server tersebut. Virtualisasi koneksi jaringan ke beberapa sistem operasi pun dapat dilakukan secara simultan sehingga pihak akademik tidak perlu lagi mengeluarkan biaya besar untuk membeli kartu jaringan, kabel UTP, switch dan jack RJ45. Masih banyak manfaat lain yang akan didapatkan melalui penggunaan mesin virtual.

Praktikum sistem operasi erat kaitannya dengan instalasi, konfigurasi, administrasi, perubahan

kode kernel, pemrograman, dan lain sebagainya. Dengan begitu diharapkan siswa dapat merasakan langsung apa itu sistem operasi dan bagaimana sistem operasi bekerja. Praktikum sistem operasi kadang membutuhkan wewenang super user untuk melakukan perubahan konfigurasi. Pemberian akses superuser bagi siswa tentunya dapat membahayakan keamanan dan stabilitas PC atau server. Padahal sejatinya akses superuser memang dibutuhkan dalam aktifitas tersebut. Melalui penggunaan mesin virtual, permasalahan diatas dapat dihindari. Siswa dapat login sebagai super user dan mengubah konfigurasi-konfigurasi sistem dengan bantuan mesin virtual. Dari sisi pengembangan kernel, mesin virtual sangat diperlukan untuk mempermudah proses *testing* dan *debugging* kode. Mesin virtual memberikan jaminan keamanan bahwa perubahan kode kernel tidak akan berpengaruh terhadap user lain maupun sistem operasi yang dimiliki server.

Pada paper ini akan dibahas studi kasus pengajaran kuliah sistem operasi dengan menggunakan mesin virtual dan sistem operasi minix yang diselenggarakan pada lingkungan universitas penulis. Beberapa pembahasan mencakup spesifikasi kebutuhan perangkat, skenario dan strategi penyelenggaraan praktikum sistem operasi.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Mesin Virtual

Mesin virtual merupakan program yang digunakan untuk melakukan simulasi suatu sistem

PC yang lengkap. Dengan menggunakan mesin virtual, user mampu menginstall berbagai sistem operasi tanpa harus menghapus sistem operasi yang ada. Hardware tambahan pun tidak dibutuhkan, artinya mesin virtual dapat mengemulasikan perangkat-perangkat keras yang semestinya dimiliki seperti port RJ45 untuk koneksi jaringan, kartu VGA, dan lain sebagainya. Dengan begitu biaya yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit. Sistem operasi yang berjalan pada mesin virtual memang lebih lambat jika dibandingkan dengan menggunakan perangkat keras. Hal ini terjadi karena mesin virtual meminjam sumber daya yang dimiliki komputer.

Mesin virtual pertama yang beredar adalah CP-40 (Adams, 2005) yang dikembangkan oleh IBM sistem/360 pada tahun 1967. Selanjutnya pada tahun 1999 IBM mengeluarkan mesin virtual seri VM/390 untuk menetes permasalahan Y2K (Kohlbrener, 2009). Beberapa pihak mendefinisikan mesin virtual sebagai sistem komputasi dimana instruksi yang dieksekusi berbeda dengan perangkat keras untuk *task* tertentu (Adams, 2005). Namun secara umum mesin virtual adalah abstraksi dari perangkat keras sistem komputer (Cap-lore, 2009).

Saat ini terdapat beberapa mesin virtual seperti Qemu, VMWare, Virtual Box dan Xen yang dapat digunakan untuk simulasi sistem operasi. Sebelum hadirnya mesin virtual, universitas terpaksa harus menyisihkan dana pembangunan lab untuk pengajaran sistem administrasi, administrasi jaringan dan keamanan. Dengan adanya mesin virtual mampu mengurangi biaya untuk keperluan pengajaran tersebut. Beberapa sistem operasi dapat dijalankan secara bersamaan. Masing-masing mesin virtual saling terpisah dan aman dari bugs yang dihasilkan mesin virtual lain. Hingga kini mesin virtual telah memberikan banyak manfaat dalam percepatan penelitian di bidang sistem operasi.

2.2 Sistem Operasi Minix

Minix merupakan sistem operasi yang dikembangkan oleh Andrew S. Tannenbaum untuk kepentingan pendidikan sistem operasi. Minix dibangun secara sederhana, untuk mempermudah pemahaman siswa terhadap mata kuliah sistem operasi. Minix dapat dikatakan merupakan 'nenek moyangnya' Linux, karena linux hadir setelah minix dimodifikasi oleh Linus Torvalds. Mulai dari versi pertama hingga saat ini, Minix hanya terdiri dari 4000 baris kode kernel. Jumlah baris ini lebih sedikit bila dibandingkan dengan sistem operasi lain yang memiliki jutaan baris kode kernel.

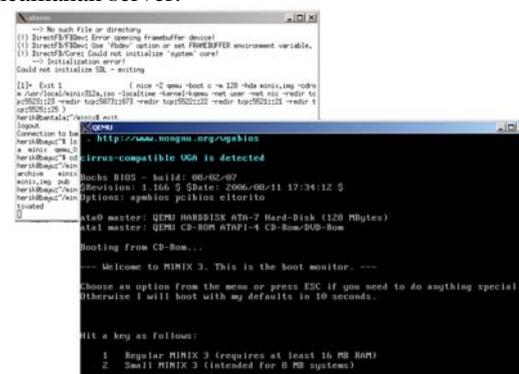
Bentuk kernel Minix adalah microkernel. Hal ini membuat proses debugging dan perubahan kode pada Minix menjadi lebih mudah dan lebih cepat. Kecilnya kapasitas yang dibutuhkan untuk menampung kode kernel membuat Minix hanya

membutuhkan RAM minimum 8 MB untuk berjalan. Minix menganut lisensi open source, artinya setiap orang bebas untuk mengubah dan mendistribusikan ubahannya secara terbuka. Minix dapat diinstal pada PC maupun melalui mesin virtual. Pada paper ini, sistem operasi minix dijalankan dengan menggunakan mesin virtual dan diakses oleh siswa peserta sistem operasi.

Perangkat lunak mesin virtual mempunyai peranan besar dalam riset dan pengajaran sistem operasi. Modifikasi sebuah sistem operasi merupakan hal yang sulit karena kode didalamnya sangat kompleks dan tidak dapat dipastikan jika perubahan pada satu bagian, tidak menyebabkan *bugs* pada bagian lain. Perubahan kode bisa menjadi sesuatu yang berbahaya karena sistem operasi berjalan pada mode kernel, kesalahan pada satu pointer dapat menyebabkan kesalahan pada seluruh file systems. Dengan adanya mesin virtual, hal ini dapat di atasi. Programmer tidak harus merubah sistem operasi yang sedang berjalan pada PC atau server, namun mengubahnya pada mesin virtual sehingga sistem lain tidak terganggu.

3. SPESIFIKASI KEBUTUHAN

Penyelenggaraan praktikum tidak selalu membutuhkan lab khusus dan jumlah komputer yang banyak. Kita dapat menyelenggarakan praktikum dengan hanya berbekal satu server yang dapat diakses oleh seluruh peserta kuliah. Keuntungannya, dengan metode ini kita hanya cukup melakukan pemeliharaan satu server komputer. Dalam lingkup praktikum sistem operasi, satu server dapat digunakan secara bersama dan setiap peserta dapat menggunakan mesin virtual yang sudah terinstall didalamnya. Server ini dapat diakses melalui jaringan lokal ataupun melalui internet. Umumnya bagian teknologi informasi suatu universitas hanya menyediakan akses secara lokal karena akses melalui internet rentan terhadap serangan keamanan server.



Gambar 1. Mesin Virtual Qemu

Jika praktikum diimplementasikan dengan menggunakan sebuah server, maka perlu ada pertimbangan mengenai spesifikasi server yang

harus digunakan. Spesifikasi yang perlu dipertimbangkan adalah jenis processor, besar memori dan besar kapasitas harddisk. Jenis processor yang digunakan semestinya adalah processor untuk kelas server yang mampu menangani banyak permintaan dalam satu waktu. Umumnya server-server saat ini menggunakan jenis processor 64 bit multi-core yang mampu menghemat listrik dan mempunyai kinerja yang tinggi. Besar memori yang dibutuhkan tergantung dari jumlah siswa yang menggunakan dan besar memori sistem operasi yang akan diemulasikan. Jika jumlah siswa 40 maka kita anggap 20 orang diantaranya menggunakan mesin virtual secara bersamaan. Jika sistem operasi yang diemulasikan membutuhkan 64 mega, maka dibutuhkan memori 1280 Mega agar seluruh sistem operasi dapat berjalan. Berdasarkan hal tersebut, maka jumlah minimal memori yang dimiliki server adalah 2 Giga ditambah dengan memori virtual. Besar harddisk mempunyai perhitungan yang sama. Jika sebuah sistem operasi membutuhkan kapasitas sebanyak 1 Giga, maka dengan jumlah siswa sebanyak 40 orang, dibutuhkan harddisk sebanyak 40 Giga untuk menampung virtual disk seluruh siswa. Kapasitas ini belum ditambah dengan jumlah *byte* yang dibutuhkan untuk menyimpan sistem operasi dan aplikasi yang ada di server.

Perangkat lunak yang harus ada pada server tergantung dari jenis tugas yang diberikan sipengajar kepada siswa. Jika pengajar memberikan tugas perubahan kode kernel, maka dibutuhkan kompilator C atau C++ beserta *library*nya agar aktifitas kompilasi dapat dilakukan. Aplikasi komunikasi seperti server ssh mutlak diperlukan agar setiap siswa dapat masuk ke server dan menjalankan mesin virtual. Dari sisi client, perlu diperhatikan pula sistem operasi yang digunakan para siswa. Jika sistem operasi server menggunakan linux, maka dari sisi client dibutuhkan aplikasi seperti *ssh client* yang dapat *redirect* grafis keluaran dari mesin virtual. Contoh kasusnya, misalnya siswa A menggunakan ssh dari desktop linux PC nya untuk mengakses server. Maka ia membutuhkan parameter tambahan `ssh -X A@server` agar layar *pop-up* mesin virtual dapat muncul pada PC nya. Jika siswa B ingin mengakses server dari windows, maka ia membutuhkan ssh client dan X Windows Server agar layar *pop-up* dapat muncul pada desktopnya.

4. IMPLEMENTASI

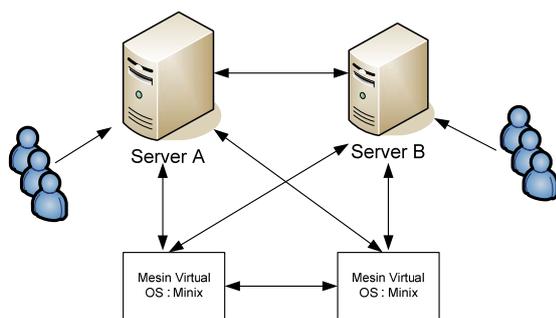
Mata kuliah Sistem Operasi membahas bagaimana sistem operasi bekerja. Mulai dari permasalahan yang erat kaitannya dengan hardware, software hingga kepada pengguna. Teori mengenai hal tersebut didapatkan siswa saat duduk dikelas kuliah. Namun teori saja tidak cukup, perlu ada praktek agar siswa lebih paham materi kuliah.

Praktek lab sistem operasi mencakup instalasi, sistem administrasi, perubahan kode-kode kernel, kompilasi kernel, manajemen partisi disk dan lain sebagainya.

Sangatlah riskan jika siswa harus mengubah kode-kode kernel sistem operasi pada mesin PC atau server. Kita membutuhkan mesin virtual untuk mempermudah siswa melakukan eksperimen selain juga untuk menjaga kestabilan sistem operasi yang ada pada mesin PC. Berdasarkan pengalaman praktikum lab yang kami lakukan mencakup :

- a. **Instalasi minix** - Instalasi minix dilakukan dengan menggunakan qemu. Melalui qemu, sistem operasi dapat berjalan bersamaan dengan sistem operasi server.
- b. **Pengubahan kode kernel minix** - Eksperimen ini dilakukan dengan mengubah kode kernel yang sudah ada dengan tujuan untuk menambahkan fitur maupun meningkatkan kinerja algoritma. Kode-kode dalam kernel minix diubah kemudian dikompilasi ulang. Jika kompilasi sukses akan terbentuk image yang baru. Image ini yang selanjutnya akan digunakan dalam sistem operasi minix.
- c. **Administrasi user** - Administrasi user mencakup penambahan dan penghapusan user, pengaturan group, proteksi file, kepemilikan file/direktori dan lain sebagainya.
- d. **Administrasi paket aplikasi** - Paket aplikasi yang diinstall dalam sistem hanya paket yang dibutuhkan untuk mendukung aktifitas pengguna. Misalnya pengguna butuh koneksi ssh dengan komputer lain, maka aplikasi openssh baru diinstall. Jika semua paket yang diinstall, maka dikhawatirkan kapasitas virtual disk yang dibuat oleh pengguna tidak mencukupi.
- e. **Penggunaan beberapa aplikasi** - Dalam perannya sebagai sistem administrator, setiap siswa akan menggunakan beberapa aplikasi dan perintah-perintah standar POSIX pada console.
- f. **Programming dilingkungan minix** - Ini adalah aktifitas utama dari tugas sistem operasi. Setiap siswa diberikan tugas pemrograman yang berkaitan dengan materi pada kuliah Sistem Operasi.
- g. **Manajemen disk** - Pada bagian ini siswa diminta untuk melakukan partisi disk dari sistem operasi yang telah diinstall.
- h. **Administrasi jaringan** - Disini siswa diajarkan bagaimana cara berkomunikasi dan melakukan transfer data antar komputer melalui kabel jaringan. Pada praktek ini, qemu diset dengan menambahkan perintah *redirect port* untuk layanan-layanan seperti SSH, FTP, Telnet dan Rsync

Untuk mengimplementasikan rangkaian praktikum diatas, kami menggunakan mesin virtual Qemu yang didukung oleh dua server (lihat gambar 2). Pada dua server ini telah terinstall qemu yang dapat diakses oleh lebih dari 100 siswa peserta kuliah. Siswa dapat mengakses server melalui linux maupun windows pada PC/laptop mereka. Kedua server tersebut menggunakan sistem operasi linux.



Gambar 2. Arsitektur Server

Simulasi jaringan pada qemu dilakukan dengan melakukan penambahan perintah *redirect* (lihat gambar 3). Perintah ini membuat mesin virtual pada server A dapat berkomunikasi dengan mesin virtual pada server B melalui layanan ssh atau pun telnet. Transfer data kedua mesin virtual tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan FTP dan Rsync pada sistem operasi minix.

```
(nice -2 qemu -boot d -m 128 -hda minix.img -cdrom minix312a.iso - localtime -kernel-kqemu -net user -net nic -redir tcp:5873::873 -redir tcp:5522::22 -redir tcp:5523::23) &
```

Gambar 3. Contoh Perintah Virtualisasi Koneksi

5. PENUTUP

Pemahaman terhadap suatu ilmu tidak cukup hanya melalui teori. Perlu adanya kegiatan lab atau praktikum untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi. Pemilihan sarana untuk membantu praktikum perlu dipertimbangkan dari segi efisiensi dan biaya. Mesin Virtual merupakan pilihan yang tepat untuk mempermudah praktikum Sistem Operasi. Siswa dapat melakukan berbagai aktifitas pada mesin virtual tanpa harus menghapus sistem operasi yang dimiliki PC. Serangkaian eksperimen sistem operasi dapat dilakukan dengan mudah tanpa harus mengeluarkan biaya yang besar.

PUSTAKA

Parmelee, R.P., Peterson, T.I., Tillman, C.C. dan Hatfield, D.J. (1972). *Virtual storage and virtual machine concepts*, *IBM Systems J.*, 11, 2, 99-130

Adams, J.C. dan Laverell, W.D. (2005). *Configuring a Multi-Course Lab for System-Level Projects*. *SIGCSE Bulletin*, 37, 1 (2005), 525-529.

Kohlbrenner, Eric., Morris, Dana., Morris, Brett. (2009). *History of Virtual Machines*. Diakses pada bulan April 2009 dari <http://www.cs.gmu.edu/cne/itcore/virtualmachine/history.htm>

Cap-lore. (2009). *Short History of IBMs Virtual Machines*. Diakses pada bulan April 2009 dari <http://cap-lore.com/Software/CP.html>