

Pemanfaatan Mininet Untuk Media Pembelajaran Software Defined Networking

Rifkiansyah Meidian C / 13511084

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

13511084@itb.ac.id

Abstrak—Jaringan komputer adalah hal yang rentan akan perubahan. Perubahan sedikit saja dalam sistem jaringan dapat menghasilkan kerusakan beruntun yang mengakibatkan lumpuhnya seluruh jaringan atau setidaknya menurunnya kinerja jaringan secara keseluruhan.

Pada tugas akhir ini dibahas mengenai aplikasi *virtual machine* Mininet untuk *Software Defined Networking* dan penggunaannya dalam menciptakan purwarupa jaringan untuk mensimulasikan perilaku jaringan dan akan dibuat implementasi sederhana dari Mininet yang dapat membantu pengguna pemula untuk mempelajari konsep-konsep *Software Defined Network*.

Index Terms—Software-Defined Networking, Mininet, Simulasi Jaringan.

I. LATAR BELAKANG

Jaringan komputer adalah sebuah hal yang rumit. Untuk membuat sebuah jaringan komputer dibutuhkan banyak sumber daya termasuk perangkat keras, perangkat lunak, serta berbagai macam protokol. Satu jaringan kecil saja dapat memiliki belasan protokol yang harus diikuti oleh setiap perangkat didalam jaringan tersebut. Hal ini membuat efisiensi kerja jaringan selalu lebih rendah daripada seharusnya, ditambah dengan kualitas dari perangkat keras yang juga tidak selalu berada pada kondisi prima.

Saat ini, perkembangan dari program di atas hari ini telah menjelma menjadi apa yang disebut *Software Defined Network*. Pendukung awal dari SDN melihat bahwa perangkat jaringan yang ada tidak memenuhi kebutuhan mereka di bagian pengembangan fitur dan ruang inovasi^[SDN00]. Peralatan *switching* tingkat tinggi juga terlampaui mahal pada saat itu.

II. RUMUSAN MASALAH

Saat ini ada beberapa platform serta perangkat SDN yang berkembang, seperti **OpenFlow** dan **Open vSwitch**. Belum ada SDN yang dapat dikonfigurasi dengan cukup mudah untuk menghasilkan sebuah generator praktis yang dapat menciptakan sebuah jaringan virtual. Oleh karena itu, maka rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengkonfigurasi peralatan SDN yang tersedia secara umum? Dalam hal ini, peralatan yang digunakan adalah Mininet dan Open vSwitch

2. Apa saja prinsip dasar SDN yang perlu dipelajari untuk mulai masuk kedalam ranah SDN?
3. Dapatkah dibuat sebuah media untuk pembelajaran SDN tingkat dasar untuk mengetahui prinsip dasar serta konfigurasi peralatan SDN pada umumnya?

Oleh dari itu, maka tujuan makalah ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat sebuah antarmuka untuk mempermudah pembelajaran konsep *Software-Defined Network*.
2. Membandingkan efektivitas pembelajaran antara penggunaan antarmuka dengan penggunaan perangkat *Software-Defined Networking* secara alami.

III. DASAR TEORI

III.A. Software-Defined Network

Software Defined Network adalah sebuah arsitektur jaringan yang tengah muncul dimana kendali jaringan terpisah dari *forwarding* dan dapat diprogram langsung. Sebuah bidang kendali mengendalikan beberapa perangkat. SDN bersifat dinamis, dapat diatur, efektif biaya, serta dapat beradaptasi yang membuatnya ideal untuk sifat padat *bandwidth* serta dinamis aplikasi masa kini. SDN memiliki sifat: dapat langsung diprogram; *agile*; manajemen terpusat; terkonfigurasi program; dan standar terbuka. (Xia et al, 2015). Secara sederhana, konsep SDN adalah memungkinkan konfigurasi *behaviour* jaringan menggunakan perangkat lunak.

SDN membuat sebuah abstraksi yang jelas antara lapisan yang membuat keputusan bagaimana sebuah paket harus dikirimkan (*controller*) dan lapisan yang mengirimkan paket (*datapath*).

Keuntungan dari SDN terutama ada dua. Pertama adalah memungkinkan inovasi dalam bidang jaringan untuk dilakukan eksperimen protokol jaringan baru yang belum pernah dicoba sebelumnya tanpa perlu melakukan implementasi fisik. Kedua adalah memperbaiki konfigurasi dan kinerja. Dalam hal ini, konfigurasi yang dimaksud adalah konfigurasi dari sebuah jaringan dimana konfigurasi ini mengatur bagaimana perangkat-perangkat dalam jaringan bekerja. Konfigurasi baru perlu ditambahkan ketika perangkat baru ditambahkan, dimana dengan SDN konfigurasi dapat diujicoba terlebih

dahulu sebelum ditambahkan perangkat baru sehingga perangkat baru dapat segera bekerja dan mengurangi waktu transisi dari sebelum adanya perangkat baru.

III.B. Mininet

Mininet adalah sebuah sistem untuk membuat purwarupa jaringan besar menggunakan sedikit sumberdaya, misalnya sebuah laptop. Pendekatan ringan dilakukan menggunakan virtualisasi tingkat OS termasuk proses dan nama jaringan memungkinkan ratusan *node* dari jaringan untuk dibuat^[SDN04]. Mininet dibuat sebagai sebuah lingkungan purwarupa memanfaatkan fitur-fitur Linux diantaranya proses dan pasangan Ethernet virtual dalam nama jaringan untuk membuat jaringan dengan bandwidth besar dan ratusan *node*. Pembuatan jaringan oleh Mininet tetap dibatasi oleh sumber daya dari sistem yang digunakan.

III.C. Tkinter

Tkinter adalah *graphical user interface* standar milik Python^[TK100]. Tkinter memiliki kemampuan untuk menciptakan sebuah antarmuka untuk program-program yang menggunakan Python. Tkinter memiliki beberapa *widget* yang menjadi basis dari sebuah antarmuka standar.

Antarmuka Tkinter menggunakan root untuk membuat sebuah instansi antarmuka yang dapat kemudian dikembangkan dengan *widget* lainnya

IV. ANALISIS MASALAH

Software Defined Network adalah sebuah bidang yang tergolong baru dan maka dari itu masih terdapat beberapa permasalahan, salah satunya adalah kurangnya media pembelajaran untuk peminat SDN ataupun mereka yang ingin belajar SDN secara umum.

Dengan tidak adanya media pembelajaran khusus, maka untuk memasuki lebih dalam dunia SDN agak sulit dilakukan. Pada bagian ini akan dibahas mengenai media pembelajaran yang dan apa saja yang diperlukan dalam sebuah media pembelajaran SDN.

Dalam pembelajaran, penting adanya instruksi dan *feedback* untuk menunjang perkembangan pembelajar. Instruksi yang dimaksud adalah langkah-langkah yang diperlukan dalam mempelajari sebuah perangkat Software-Defined Networking. Langkah-langkah ini setiap dijalankan perlu memberikan sebuah *feedback* yang membantu pembelajaran pengguna dan menjelaskan informasi mengenai apa saja yang telah dilakukan pengguna.

Penting juga bahwa sebuah media pembelajaran memfasilitasi pengajar untuk membuat kasus-kasus sesuai dengan kebutuhan pengajaran. Kasus-kasus tersebut sebaiknya mudah untuk dibuat, agar pengajar tidak habis waktunya dalam menciptakan kasus tersebut dan dapat lebih banyak meluangkan waktu dalam membantu pembelajar mempelajari kasus-kasus yang telah dibuat.

IV.A. Pertimbangan Solusi

Terdapat tiga pertimbangan solusi untuk membantu pembelajaran Software-Defined-Networking

A.1 Tutorial

Dalam tutorial SDN maka akan dibuat sebuah program yang menjelaskan langkah-langkah dalam membuat jaringan SDN dasar serta istilah-istilah yang sering digunakan dalam *controller* seperti *datapath*, *controller*, *northbound* dan sebagainya.

Kelebihan dari tutorial ini adalah pengguna tinggal mengikuti perintah yang ada untuk mempelajari Mininet dan Software-Defined Network

Kekurangan dari tutorial adalah fungsi-fungsi lain terkait Software-Defined Network belum tentu semuanya tercakup dalam sebuah tutorial

A.2 Antarmuka

Dapat dibuat sebuah antarmuka yang memudahkan pengguna untuk mempelajari dasar-dasar *Software-Defined Networking*. Dengan desain yang intuitif dan menu bantuan, pengguna dapat mempelajari fungsi mininet dengan lebih mudah dan membaca topologi yang tengah berjalan dengan lebih mudah.

Kelebihan dari antarmuka adalah tampilan intuitif yang dapat membantu pengguna mempelajari fungsi-fungsi yang dimiliki oleh Mininet dan Software-Defined Network.

Kekurangan dari antarmuka adalah integrasi dengan sistem eksternal lain dan perlunya penggunaan API secara ekstensif.

A.3 Sandbox

Dapat dibuat sebuah peralatan dimana pengguna dapat secara bebas mengutak-atik sifat dan rancangan dari SDN sehingga pengguna dapat mensimulasikan SDN sesuai dengan kebutuhannya.

Kelebihan dari Sandbox adalah pengguna dapat membuat topologi dan mengatur jaringan yang dibuatnya dengan sebebas mungkin

Kekurangan dari Sandbox adalah kurangnya informasi dari fungsi yang ditawarkan oleh Mininet dan informasi prinsip Software-Defined Network sehingga sulit digunakan untuk pembelajaran.

Dari ketiga solusi, yang dipilih sebagai fokus adalah antarmuka karena kemudahan penggunaan antarmuka dapat membantu pembelajaran dengan lebih baik.

V. RANCANGAN SOLUSI DAN IMPLEMENTASI

A. Rancangan Solusi

Dengan fokus terhadap antarmuka, maka akan dibuat sebuah menu yang memuat topologi-topologi yang dapat dibuat oleh Mininet serta toolbox yang mengimplementasikan fungsi-fungsi Mininet menggunakan Mininet Python API.

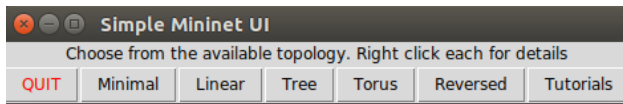
Program akan terdiri atas tiga buah menu utama, yaitu menu topologi dimana pengguna dapat memilih topologi jaringan yang diinginkan; menu tutorial dimana

pengguna dapat memilih kasus uji yang diperlukan; dan menu toolbox yang berisi fungsi-fungsi yang dimiliki oleh Mininet. Selain ketiga menu utama itu, terdapat pula menu bantuan yang dapat diakses pengguna.

B. Implementasi

Implementasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

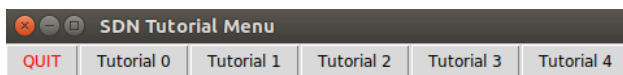
B.1 Menu Topologi



Gambar 1: Menu Topologi

Menu Topologi berisi lima topologi utama Mininet, serta pilihan untuk masuk ke menu tutorial.

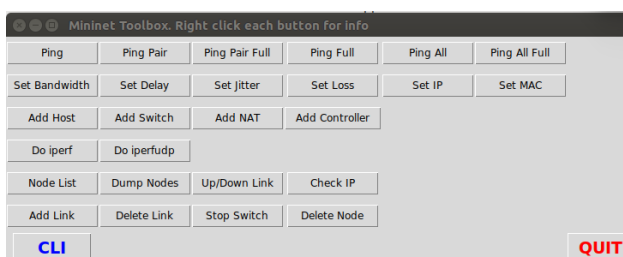
B.2 Menu Tutorial



Gambar 2: Menu Tutorial

Menu Tutorial berisi tutorial yang dapat diubah oleh pengajar sesuai dengan kebutuhan kasus uji yang diinginkan.

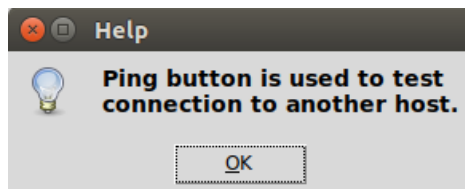
B.3 Menu Toolbox



Gambar 3: Menu Toolbox

Menu Toolbox berisi fungsi-fungsi implementasi Mininet API yang dapat digunakan selama program dijalankan.

B.4 Menu Bantuan



Gambar 4: Menu Bantuan

Menu Bantuan akan muncul ketika sebuah topologi atau sebuah fungsi di-klik kanan. Menu bantuan akan menampilkan informasi dari topologi atau fungsi terkait.

VI. PENGUJIAN DAN HASIL

Pengujian dilakukan menggunakan kasus uji yang dapat digunakan baik dengan Mininet secara normal maupun antarmuka Mininet yang dibuat.

Digunakan dua skenario uji kasus dengan fokus yang berbeda.

A. Uji Kasus 1

A.1 Skenario Kasus

Skenario ini menguji fungsionalitas dasar dari Mininet API yang telah dibuat dan membandingkannya dengan fungsionalitas Mininet tanpa menggunakan API dan juga bertujuan agar pengguna dapat memahami dasar penggunaan Mininet terhadap topologi yang diciptakan Mininet.

Koresponden akan melakukan pengujian menggunakan Mininet terlebih dahulu sebelum menggunakan program antarmuka Mininet yang telah dibuat.

Langkah-langkah yang ditempuh dalam skenario ini sebagai berikut:

1. Buka Mininet dan gunakan topologi Minimal
2. Lakukan Ping dari *host* 1 terhadap *host* 2
3. Tambah sebuah *host* baru
4. Hubungkan *host* baru dengan *switch* yang sudah ada.
5. Assign IP untuk *host* baru.
6. Lakukan dump node untuk mendapat detail seluruh node.
7. Tambahkan flow pada *switch* untuk *host* baru.
8. Lakukan ping antara *host* baru dengan kedua *host* sebelumnya.
9. Lakukan penghentian *switch* yang bekerja
10. Lakukan pengecekan bandwidth TCP antara dua *host* setelah *switch* berhenti bekerja.

A.2 Hasil Pengujian

Uji kasus pertama dilakukan terhadap 5 orang koresponden pembelajar IT. Uji coba menggunakan nilai sebagai berikut:

- 1: Sangat buruk
- 2: Buruk
- 3: Cukup Buruk
- 4: Cukup Baik
- 5: Baik
- 6: Sangat Baik

Nilai yang didapat dari hasil pengujian kemudian dilakukan rerata untuk mendapat nilai yang pasti.

Selain nilai, penguji juga diberikan tempat untuk memberikan kesan terhadap Mininet dan Antarmuka Mininet.

Ada empat poin pengujian:

1. Kemudahan Penggunaan: Poin ini mencakup kemudahan penggunaan perangkat *Software-Defined Network* pada umumnya serta tingkat kesulitan dalam menggunakan perangkat *Software-Defined Network*.
2. Kejelasan Program dan Fungsinya: Poin ini mencakup kejelasan penggunaan program dan fungsi yang ditawarkan oleh program tanpa menggunakan menu bantuan apapun.
3. Kemudahan Pembelajaran: Poin ini mencakup tingkat fasilitasi perangkat *Software-Defined Network* untuk pembelajaran dan sejauh apa perangkat dapat membantu pengguna belajar
4. Menu Bantuan: Poin ini mencakup jenis bantuan yang ditawarkan oleh perangkat *Software-Defined Network* untuk memahami lebih jauh fungsi

perangkat dan penjelasan proses *Software-Defined Network* yang terjadi.

Dari hasil pengujian, didapat data sebagai berikut:

1. Kemudahan Penggunaan

Mininet cenderung mendapat nilai rerata 2.8, yaitu kurang baik. Menurut para penguji, nilai ini karena penggunaan CLI yang cenderung membingungkan untuk orang awam dan bantuan yang kurang eksplisit. Antarmuka Mininet mendapat nilai rerata 4.8, yaitu di antara baik. Menurut para penguji, nilai ini karena antarmuka lebih interaktif dan output serta help lebih jelas dibanding dengan Mininet yang dijalankan secara langsung.

2. Kejelasan Program dan Fungsinya

Mininet mendapat nilai rerata 3, yaitu kurang baik. Menurut para penguji, nilai ini karena menu bantuan yang kurang menjelaskan fungsi yang dimiliki oleh Mininet, dan beberapa perintah fungsi yang redundan. Antarmuka Mininet mendapat nilai rerata 5, yaitu baik. Menurut para penguji, nilai ini karena antarmuka memiliki menu help yang menjelaskan sebuah fungsi mininet dengan lebih detil dan memiliki alur yang jelas.

3. Kemudahan Pembelajaran

Mininet mendapat nilai rerata 2.4, yaitu kurang baik. Menurut para penguji, nilai ini karena Mininet tidak memiliki pengarahan yang jelas dan penggunaan Mininet sendiri perlu mengetahui fungsi-fungsi apa saja yang dapat digunakan. Antarmuka Mininet mendapat nilai rerata 4,2, yaitu cukup baik. Menurut para penguji, nilai ini karena antarmuka memberikan feedback dan penjelasan terhadap fungsi apa saja yang dapat dijalankan.

4. Menu Bantuan

Mininet mendapat nilai rerata 2.2, yaitu cukup buruk. Menurut para penguji, hal ini karena menu bantuan Mininet tidak secara eksplisit menjelaskan fungsi dari setiap perintah yang ditunjukkan pada menu bantuan. Antarmuka Mininet mendapat nilai rerata 5.4, yaitu baik. Menurut para penguji, hal ini karena antarmuka memberikan penjelasan dari fungsi Mininet secara lebih eksplisit dan dapat diakses secara intuitif.

B. Uji Kasus 2

Skenario ini menguji fungsionalitas Mininet API jika digunakan dengan program lain yang bekerja sama dengan Mininet, *ovs-ofctl* dan *xterm*. Pengujian dilakukan tanpa menggunakan sambungan dari Mininet terhadap jaringan internal komputer dan *virtual machine*

1. Buka antarmuka Mininet dan masuk ke dalam tutorial.
2. Pilih tutorial 0 untuk menjalankan topologi twinpair.
3. Gunakan Command-line Interface.
4. Gunakan *sh ovs-ofctl dump-flows* dari CLI untuk mengetahui flow dari keempat *switch*.
5. Tambahkan sebuah link dari s1 ke s2 dan s3 ke s4.
6. Lakukan ping all.

7. Lakukan Down link s1 ke s4.

8. Lakukan Ping h1 ke h4.

B.2 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian, ditemukan bahwa beberapa API Python dari Mininet tidak berjalan sebagaimana semestinya. Beberapa *behavior* dari fungsi berbeda dengan fungsi yang dijalankan langsung dari Mininet. Selain itu, ditemukan juga bahwa fungsi yang perlu dijalankan menggunakan Python Script dari Mininet secara alami dapat langsung digunakan dalam antarmuka sehingga memudahkan penggunaan.

No.	Langkah	Hasil
1.	Buka antarmuka dan masuk ke menu tutorial	Masuk dalam menu tutorial
2.	Pilih menu tutorial 0	Topologi Twinpair dijalankan
3.	Buka Command-line Interface	Membuka CLI Mininet lewat tombol CLI yang disediakan di antarmuka
4.	Gunakan <i>sh ovs-ofctl dump-flows</i> dari CLI untuk mengetahui flow dari keempat <i>switch</i> .	Flow dari flow table <i>controller</i> ditampilkan di terminal.
5.	Tambahkan sebuah link dari s1 ke s2 dan s3 ke s4.	Link ditambahkan menggunakan antarmuka. Interface muncul dan diset default.
6.	Lakukan ping all.	Ping gagal dilakukan dari h1 ke h2, h1 ke h3, h2 ke h1, h3 ke h1, h4 ke h2, h4 ke h3, h2 ke h4, h3 ke h4.
7.	Lakukan Down link s1 ke s4.	Link antara s1 dan s4 berhasil dimatikan.
8.	Lakukan Ping h1 ke h4.	Ping gagal dilakukan dari h1 ke h4.

Tabel 1: Langkah Uji Kasus 2

VII. KESIMPULAN

1. Dapat dibuat sebuah antarmuka untuk membantu pembelajaran *Software-Defined Networking* menggunakan Mininet API.
2. Pembelajaran menggunakan antarmuka memberikan hasil yang lebih baik. Pengguna lebih nyaman dalam menggunakan antarmuka Mininet dibandingkan Mininet secara alami untuk pembelajaran *Software-Defined Networking*

DAFTAR PUSTAKA

SDN00: Nadeau, Thomas D - Gray, Ken, SDN: Software Defined Networks, 2013
SDN04: Lantz, Bob, A Network in a Laptop: Rapid Prototyping for Software-Defined Networks, 2010
TKI00: Python Team, Tkinter, 2016,

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 22 Agustus 2017

ttd

Rifkiansyah Meidian C. / 13511084