

**PENENTUAN JALUR TERPENDEK MENGGUNAKAN
ALGORITMA BELLMAN-FORD PADA SOFTWARE
*DEFINED NETWORK***



OLEH :

FEPILIANA

09011181320024

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2018

**PENENTUAN JALUR TERPENDEK MENGGUNAKAN
ALGORITMA BELLMAN-FORD PADA SOFTWARE
*DEFINED NETWORK***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

FEPILIANA

09011181320024

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2018

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN JALUR TERPENDEK MENGGUNAKAN ALGORITMA BELLMAN-FORD PADA SOFTWARE *DEFINED NETWORK*

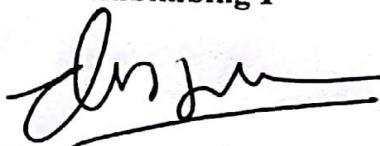
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

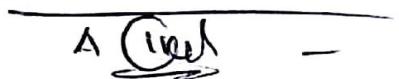
FEPILIANA
09011181320024

Pembimbing I



Deris Stiawan, Ph.D
NIP. 197806172006041002

Palembang, Desember 2018
Pembimbing II


Ahmad Heryanto, M.T
NIP. 198701222015041002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

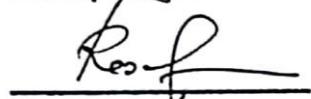
Hari : Sabtu
Tanggal : 8 Desember 2018

Tim Penguji :

1. Ketua : Rido Zulfahmi, M.T



2. Anggota I : Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T



3. Anggota II : Ahmad Fali Oklilas, M.T



Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Fepiliana
NIM : 09011181320024
Program Studi : Sistem Komputer
Judul Skripsi : Penentuan Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Bellman-Ford pada *Software Defined Network*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 15 %

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / plagiat dari penelitian orang lain . Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik yang diberikan oleh jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



Palembang, Desember 2018

Yang menyatakan,



Fepiliana
NIM. 09011181320024

HALAMAN PERSEMBAHAN



"Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik (untuk memotong), maka ia akan memanfaatkanmu (dipotong)." (HR. Muslim)

Waktu yang telah kujalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdirku, sedih, bahagia, dan bertemu orang-orang yang memberi sejuta pengalaman bagiku, yang telah memberi warna-warni kehidupanku.

Kubersyukur kepada-Mu, Engaku berikan aku kesempatan untuk bisa sampai di penghujung awal perjuanganku. Segala Puji bagi Mu ya Allah

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya." (Q.S. Al-Baqarah: 286)

*Dengan mengucap syukur Alhamdulillah atas rahmat Allah. SWT,
kupersembahkan skripsi ini untuk . . .*

*Kedua orang tua tercinta,
(Ayahku Sugianto dan Mamaku Juriana)*

*Adikku satu-satunya,
(Oktaviana)*

*Jurusanku,
(Keluarga Besar Sistem Komputer)*

*Teman-teman seperjuangan jurusan,
(Sistem komputer angkatan 2013)*

*Almamater perjuangan,
(Universitas Sriwijaya)*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta ijin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“Penentuan Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Bellman-Ford pada Software Defined Network”**. Penulisan tugas ahir ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya untuk memperoleh gelar Strata-1.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak untuk setiap bimbingan, semangat dan doa yang diberikan kepada penulis sehingga terselesaiannya tugas akhir ini. Ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan segalanya kepada penulis berupa kesehatan, orang tua, pembimbing, teman, dll sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Orang-orang tercinta, Ayah, Mama, dan Adikku, yang selalu ada dan tidak pernah lelah dalam mendidik serta memberikan dukungan baik secara moril maupun materil kepada penulis demi lancarnya penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Rossi Passarella, M.Eng selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Deris Stiawan, Ph. D dan Bapak Ahmad Heryanto, M.T selaku Dosen Pembimbing tugas akhir, yang telah memberikan bimbingan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T dan Bapak Ahmad Fali Oklillas, M.T selaku dosen penguji sidang tugas akhir yang telah memberikan kritik dan saran serta ilmu yang bermanfaat sehingga tulisan ini menjadi lebih baik.
6. Bapak Huda Ubaya, M.T selaku Pembimbing Akademik, yang telah membimbing penulis dari semester satu hingga terselesaiannya tugas akhir ini dengan baik.
7. Seluruh Dosen Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Univeristas Sriwijaya.

8. Staff di jurusan Sistem Komputer, khususnya Kak Ahmad Reza yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proses administrasi.
9. Staff di Fakultasi Ilmu Komputer, bagian akademik, kemahasiswaan, tata usaha, perlengkapan, dan keuangan, yang telah membantu penyelesaian proses administrasi.
10. Teman-teman terbaik, Maya Sari, S.Kom dan Ratih Gustifa, S.Kom yang telah menjadi pendengar keluh kesah yang setia, paling mengerti penulis, dan yang telah banyak membantu dalam hal apapun.
11. Teman-teman Laboratorium COMNETS yang telah banyak berbagi cerita dan pengalaman Riki Andika, S.Kom, Johan Wahyudi, S.Kom (segera), Dimas Wahyudi, S.Kom, Rendika Adha Tanjung, S.Kom (segera), Meilinda Eka Suryani, S.Kom, Leny Novita Sari, S.Kom, Sri Suryani, S.Kom
12. Kakak-kakak Geng B&K tersayang yang telah banyak memberikan semangat dan motivasi kepada penulis, kak Rizki Oktarini, A.Md, kak Riska Oktarina, S.Sos, kak Desi Laili Janatul Maghfiroh, S.Pd., Kons, kak Metri Kuninsih, S.IP., M.E (segera), kak Tri Astuti, S.Sos., M.M (segera), kak Nyimas Wulandari, S.Pd, kak Amini Oktari, S.E, Reza, S.Kom (segera), dan Adrie Maqribi, S.Pd
13. Kakak-kakak sesepuh Laboratorium COMNETS yang telah membimbing dan memberi masukan kepada penulis, kak Tri Wanda Septian, S.Kom, kak Ridwan Zalbina, S.Kom, kak Ahmad Zaki, S.Kom, kak Eko Arip Winanto, S.Kom, kak Candra Adi Winanto, S.Kom, kak Deni Danuarta, S.Kom, kak Syukron Rushadi, S.Kom, kak Sulkhan Nurfati h, S.Kom, dan kak Orlando Dacosta, S.Kom.
14. Teman-teman dari zaman masih bocah Ines Maulina, Puspa Warini, Nika Rama Ningsih, Desti Indriani, dan Vety Fitria.
15. Teman-teman satu angkatan SK 2013, khususnya Sistem Komputer kelas A, Dede Tri Septiawan, Rian Fitrah Perdana, Ulan Purnama Sari, Eko Pratama, Nova Dyati Pradista, Yayang Paryoga, Sri Suryani, Nur Rahma Dela, Ahmad Kuswandi, Umi Yanti, Indah Sari, Erick Okvany Haris, Elfa Purnamasari, Rio Astani, Riki Andika, Kusuma Dwi Indriani, Yoppy Prayudha, Dwi Kurnia Putra, Faris Abdul Aziz, Fahrul Rozi, Muhammad Fachrurroji Ilham

- Saputra, Tri Atmoko Malik Kurniawan, Leny Novita Sari, Imam Mustofa, Sandi Sarfani, Suci Anggraini, Kholil Anggara, Lisa Mardaleta, Meilinda Eka Suryani, Agus Juliansyah, Andhika Riski Perdana, Adi Suryan, dan Saros Sakiana.
16. Adik-adik tingkat Resti Handayani, Fitriyani, Ahmad Ridwan, M. Yusuf, Aidil Fitri Yansya, Ade Rahmad, Somame Daely, dan Gonewaje.
 17. Serta Organisasi di Fakultas Ilmu Komputer maupun Universitas Sriwijaya, BEM (Badan Eksekutif Mahasiswa) Fasilkom, HIMASISKO (Himpunan Mahasiswa Sistem Komputer) Fasilkom, DPM (Dewan Perwakilan Mahasiswa Fakultas) Fasilkom, NAC (Network Administrator Club) Fasilkom, LPM GS (Lembaga Pers Mahasiswa Gelora Sriwijaya) Unsri, HMBS OKI (Himpunan Mahasiswa Bende Seguguk Ogan Komering Ilir), terima kasih atas kesempatannya dalam menjadi keluarga besar dan ilmu yang telah diberikan.
 18. Serta semua pihak yang telah membantu baik moril maupun materil yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Terima kasih semuanya.

Semoga dengan terselesainya tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi kita semua. Dalam Penulisan laporan ini penulis juga sangat menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan ketidak sempurnaan, oleh karena itu penulis mohon saran dan kritik yang membangun untuk Perbaikan Laporan Tugas Akhir ini, agar menjadi lebih baik dimasa yang akan datang.

Palembang, Desember 2018

Penulis

Determination the Shortest Path Using Bellman-Ford Algorithm on Software Defined Network

Fepiliana (09011181320024)
Department of Computer Engineering, Faculty of Computer Science
Sriwijaya University
Email: fepilianasugianto@gmail.com

Abstract

Software Defined Network (SDN) is a network architecture which separates control plane and data plane. Focus of this research is discusses Bellman-Ford algorithm in determining the shortest path, as well as a QoS single topology and custom topology using parameters throughput, delay, packet loss refers to standardization ITU-T G.1010. Bellman-Ford algorithm is implemented on a POX controller and tested in a custom topology. Scenario is source host sends packet to destination host using PING command, then when packet delivery is in progress a traffic engineering link failure is made such as link down. Based on tests that have been done, it can be concluded that Bellman-Ford algorithm applied in custom topology SDN network is able to find other shortest paths as alternative paths based on number of hops shortest between switches. For QoS results in a single topology, throughput smallest TCP 720 Kbps and largest TCP 758 Kbps, while smallest UDP 695 Kbps and largest UDP 729 Kbps. Delay value single topology smallest TCP 0,00670 s and largest TCP 0,00705 s, while smallest UDP 0,01142 s and largest UDP 0,01199 s. Packet loss value single topology smallest TCP 0% and largest TCP 0,00383%, while smallest UDP 0% and largest UDP 0,01596%. In custom topology, throughput smallest TCP 431 Kbps and largest TCP 497 Kbps, while smallest UDP 413 Kbps and largest UDP 460 Kbps. Delay value smallest TCP 0,01016 s and largest TCP 0,01168 s, while smallest UDP 0,01690 s and largest UDP 0,02015 s. Packet loss value smallest TCP 0,00052% and largest TCP 0,02363%, while smallest UDP 0% and largest UDP 0,06445%. Based on results of QoS tests that have been obtained, it can be concluded that a SDN network single topology and custom topology has good QoS performance which refers to standardization ITU-T G.1010.

Keywords : SDN, Shortest Path, Bellman-Ford Algorithm, QoS

Penentuan Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Bellman-Ford pada Software Defined Network

Fepiliana (09011181320024)
Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya
Email: fepilianasugianto@gmail.com

Abstrak

Software Defined Network (SDN) adalah arsitektur jaringan yang memisahkan control plane dan data plane. Fokus penelitian ini membahas tentang algoritma Bellman-Ford dalam menentukan jalur terpendek, serta QoS topologi single dan topologi custom menggunakan parameter throughput, delay, packet loss mengacu pada standarisasi ITU-T G.1010. Algoritma Bellman-Ford diimplementasikan pada controller POX dan dilakukan pengujian di topologi custom. Skenarionya adalah host sumber mengirim paket ke host tujuan menggunakan perintah PING, kemudian saat pengiriman paket sedang berlangsung dilakukan rekayasa trafik kegagalan link seperti link down. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma Bellman-Ford yang diterapkan di topologi custom jaringan SDN mampu mencari jalur terpendek lainnya sebagai jalur alternatif berdasarkan jumlah hop antar switch yang terpendek. Untuk hasil QoS pada topologi single, throughput terkecil TCP 720 Kbps dan terbesar TCP 758 Kbps, sedangkan terkecil UDP 695 Kbps dan terbesar UDP 729 Kbps. Nilai delay topologi single terkecil TCP 0,00670 s dan terbesar TCP 0,00705 s, sedangkan terkecil UDP 0,01142 s dan terbesar UDP 0,01199 s. Nilai packet loss topologi single, terkecil TCP 0 % dan terbesar TCP 0,00383 %, sedangkan terkecil UDP 0 % dan terbesar UDP 0,01596 %. Pada topologi custom, throughput terkecil TCP 431 Kbps dan terbesar TCP 497 Kbps, sedangkan terkecil UDP 413 Kbps dan terbesar UDP 460 Kbps. Nilai delay terkecil TCP 0,01016 s dan terbesar TCP 0,01168 s, sedangkan terkecil UDP 0,01690 s dan terbesar UDP 0,02015 s. Nilai packet loss terkecil TCP 0,00052 % dan terbesar TCP 0,02363 %, sedangkan terkecil UDP 0 % dan terbesar UDP 0,06445 %. Berdasarkan hasil pengujian QoS yang telah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa jaringan SDN topologi single dan topologi custom memiliki performa QoS yang baik yang mengacu pada standarisasi ITU-T G.1010.

Kata Kunci : SDN, Jalur Terpendek, Algoritma Bellman-Ford, QoS

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Rumusan Maslah	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sejarah <i>Software Defined Network</i> (SDN)	7
2.2 Definisi <i>Software Defined Network</i> (SDN)	8
2.3 Arsitektur <i>Software Defined Network</i> (SDN)	9
2.4 Protokol OpenFlow	10
2.4.1 OpenFlow Switch	13
2.4.2 Kontroler OpenFlow	16

2.5 Perangkat Lunak untuk SDN	17
2.5.1 Mininet	17
2.5.2 POX	19
2.6 <i>Traffic Engineering</i> (Rekayasa Trafik)	19
2.7 VLAN (<i>Virtual Local Area Network</i>)	21
2.8 <i>Shortest Path Algorithm</i>	22
2.81 Algoritma Bellman-Ford	22
2.9 Parameter Pengujian QoS Berdasarkan Standarisasi QoS ITU-T G.1010	24

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan	26
3.2 Kerangka Kerja Penelitian	26
3.3 Perancangan Sistem	28
3.3.1 Perancangan Topologi	28
3.3.2 Kebutuhan <i>Hardware</i> (Perangkat Keras)	29
3.3.3 Kebutuhan <i>Software</i> (Perangkat Lunak)	30
3.3.4 Integrasi <i>Control Plane</i> dan <i>Data Plane</i>	30
3.3.5 Implementasi Algoritma Bellman-Ford pada Kontroller POX	37
3.4 Penentuan Skenario Pengujian	40
3.4.1 Skenario Pertama	40
3.4.2 Skenario Kedua	40
3.5 Hasil dan Analisis	41

BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pendahuluan	42
4.2 Pegujian Skenario Pertama	42
4.2.1 Data Hasil Pengujian Topologi <i>Single</i>	42
4.2.1.1 <i>Throughput</i> Topologi <i>Single</i>	43
4.2.1.2 <i>Delay</i> Topologi <i>Single</i>	44
4.2.1.3 <i>Packet Loss</i> Topologi <i>Single</i>	45
4.2.2 Analisa Data Hasil Pengujian Topologi <i>Single</i>	46
4.2.2.1 <i>Throughput</i> Topologi <i>Single</i>	46

4.2.2.2 <i>Delay</i> Topologi <i>Single</i>	47
4.2.2.3 <i>Packet Loss</i> Topologi <i>Single</i>	47
4.3 Pengujian Skenario Kedua	48
4.3.1 Data Hasil Jalur Terpendek Algoritma Bellman-Ford	49
4.3.2 Analisa Algoritma Bellman-Ford pada Topologi <i>Custom</i>	52
4.3.3 Data Hasil Pengujian QoS Topologi <i>Custom</i>	53
4.3.3.1 <i>Throughput</i> Topologi <i>Custom</i>	54
4.3.3.2 <i>Delay</i> Topologi <i>Custom</i>	55
4.3.3.3 <i>Packet Loss</i> Topologi <i>Custom</i>	56
4.3.4 Analisa Data Hasil Pengujian Topologi <i>Custom</i>	58
4.3.4.1 <i>Throughput</i> Topologi <i>Custom</i>	58
4.3.4.2 <i>Delay</i> Topologi <i>Custom</i>	59
4.3.4.3 <i>Packet Loss</i> Topologi <i>Custom</i>	60
4.3.5 Analisa Data Hasil Pengujian Topologi <i>Single</i> dan Topologi <i>Custom</i>	61
4.3.5.1 <i>Throughput</i> Topologi <i>Single</i> dan Topologi <i>Custom</i>	61
4.3.5.2 <i>Delay</i> Topologi <i>Single</i> dan Topologi <i>Custom</i>	62
4.3.5.3 <i>Packet Loss</i> Topologi <i>Single</i> dan Topologi <i>Custom</i>	63

BAB V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Diagram Alir Metode Penelitian	5
Gambar 2.1. Perbandingan jaringan konvensional/tradisional dan jaringan SDN	8
Gambar 2.2. Arsitektur jaringan SDN	9
Gambar 2.3. Arsitektur OpenFlow Switch	14
Gambar 2.4. <i>Openflow-enabled</i> pada perangkat SDN	15
Gambar 2.5. Topologi <i>Single</i>	18
Gambar 2.6. Topologi <i>Linear</i>	18
Gambar 2.7. Topologi <i>Tree</i>	19
Gambar 2.8. Ruang lingkup pendekatan rekayasa trafik pada SDN	20
Gambar 3.1 Flowchart Kerangka Kerja Penelitian	27
Gambar 3.2. Topologi <i>Single</i>	28
Gambar 3.3. Topologi <i>Custom</i>	29
Gambar 3.4. Proses menjalankan kontroler POX	31
Gambar 3.5. Perintah menjalankan miniedit	32
Gambar 3.6. Topologi <i>single</i> telah dibuat di miniedit	32
Gambar 3.7. Proses <i>export topologi single</i> kedalam <i>script code python .py</i>	33
Gambar 3.8. <i>Command</i> menjalankan topologi <i>single</i>	36
Gambar 3.9. Informasi topologi <i>single</i> pada mininet	36
Gambar 3.10. Kontroler POX mendeteksi OpenFlow switch pada topologi jaringan	37
Gambar 3.11. <i>Command</i> menjalankan kontroler POX yang diimplementasikan algoritma Bellman-Ford	38
Gambar 3.12. <i>Command</i> menjalankan topologi <i>custom</i>	38
Gambar 3.13. Informasi topologi <i>custom</i> pada mininet	39
Gambar 3.14. Jalur terpendek (utama)	39
Gambar 3.15. Jalur terpendek rekayasa trafik (<i>link switch</i> 1 dan	

<i>switch 3 down)</i>	39
Gambar 4.1. Grafik <i>throughput</i> topologi <i>single</i> , pengujian <i>host</i> sumber H1 di VLAN sepuluh	46
Gambar 4.2. Grafik <i>delay</i> topologi <i>single</i> , pengujian <i>host</i> sumber H1 di VLAN sepuluh	47
Gambar 4.3. Grafik <i>packet loss</i> topologi <i>single</i> , pengujian <i>host</i> sumber H1 di VLAN sepuluh	48
Gambar 4.4. Jalur terpendek (utama)	52
Gambar 4.5. Jalur terpendek rekayasa trafik (<i>link switch 1 dan switch 3 down</i>)	53
Gambar 4.6. Grafik <i>throughput</i> topologi <i>custom</i> , pengujian <i>host</i> sumber H1 di VLAN sepuluh	58
Gambar 4.7. Grafik <i>delay</i> topologi <i>custom</i> , pengujian <i>host</i> sumber H1 di VLAN sepuluh	59
Gambar 4.8. Grafik <i>packet loss</i> topologi <i>custom</i> , pengujian <i>host</i> sumber H1 di VLAN sepuluh	60
Gambar 4.9. <i>Throughput</i> topologi <i>single</i>	61
Gambar 4.10. <i>Throughput</i> topologi <i>custom</i>	61
Gambar 4.11. <i>Delay</i> topologi <i>single</i>	62
Gambar 4.12. <i>Delay</i> topologi <i>custom</i>	63
Gambar 4.13. <i>Packet loss</i> topologi <i>single</i>	64
Gambar 4.14. <i>Packet loss</i> topologi <i>custom</i>	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Pesan <i>Controller-to-switch</i>	11
Tabel 2 Pesan <i>Asynchronous</i>	12
Tabel 3 Pesan <i>Symmetric</i>	13
Tabel 4 Informasi versi OpenFlow dan fiturnya	15
Tabel 5 Spesifikasi Kontroler SDN	17
Tabel 6 Standarisasi QoS ITU-T G.1010	24
Tabel 7 <i>Script code</i> Topologi <i>Single</i>	33
Tabel 8 Hasil Pengujian <i>Throughput</i> Topologi <i>Single, Host Sumber H1 di VLAN Sepuluh</i>	43
Tabel 9 Hasil Pengujian <i>Delay</i> Topologi <i>Single, Host Sumber H1 di VLAN Sepuluh</i>	44
Tabel 10 Hasil Pengujian <i>Packet Loss</i> Topologi <i>Single, Host Sumber H1 di VLAN Sepuluh</i>	45
Tabel 11 Hasil Jalur Terpendek Algoritma Bellman-Ford	49
Tabel 12 Hasil Pengujian <i>Throughput</i> Topologi <i>Custom, Host Sumber H1 di VLAN Sepuluh</i>	54
Tabel 13 Hasil Pengujian <i>Delay</i> Topologi <i>Custom, Host Sumber H1 di VLAN Sepuluh</i>	55
Tabel 14 Hasil Pengujian <i>Packet Loss</i> Topologi <i>Custom, Host Sumber H1 di VLAN Sepuluh</i>	57

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Tabel Informasi Topologi *Single*

LAMPIRAN 2. Tabel Informasi Topologi *Custom*

LAMPIRAN 3. Data Hasil Pengujian Topologi *Single*

LAMPIRAN 4. Data Hasil Pengujian Topologi *Custom*

LAMPIRAN 5. Hasil Pengujian Algoritma Bellman-Ford pada Kontroler
POX SDN

LAMPIRAN 6. Sampel Perhitungan Algoritma Bellman-Ford

LAMPIRAN 7. Standarisasi QoS ITU-T G.1010

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jaringan tradisional adalah perangkat jaringan yang memiliki *control plane* dan *data plane* didalam perangkat yang sama [1]. Jaringan tradisional memiliki mekanisme kontrol pendistribusian yang sangat rumit, dimana setiap protokol dan algoritma *routing* perlu dieksekusi pada masing-masing *node*. Hal tersebut dilakukan untuk mencari rute terbaik dari *source* ke *destination*. Perkembangan jaringan yang pesat membuat proses pengelolaan jaringan menjadi semakin kompleks [2].

Banyaknya jenis perangkat menyebabkan beberapa kebijakan mengkonfigurasi yang berbeda-beda. Hal tersebut membuat administrasi jaringan dan penyesuaian kinerja menjadi rumit karena terdiri dari perangkat jaringan yang berbeda-beda, seperti hub, router, *switch layer* dua (L2) atau *layer* tiga (L3), dan lain-lain dengan berbagai protokol yang diimplementasikan pada setiap perangkat tersebut [2][3]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dikembangkan TE (*Traffic Engineering*) atau rekayasa trafik [3]. TE bertugas untuk mengoptimalkan arus data dalam jaringan dan berfungsi untuk memenuhi tingkat QoS (*Quality of Services*), serta menyediakan sumber daya yang lebih efisien dalam penggunaan jaringan. Rekayasa trafik dilakukan ketika suatu jaringan terjadi masalah seperti kemacetan, link putus, node mati, dan lain-lain [4].

Definisi oleh ONF (*Open Networking Foundation*) [5] *Software Defined Network* (SDN) merupakan solusi untuk jaringan tradisional. *Software Defined Network* adalah arsitektur jaringan baru yang memisahkan antara *control plane* dan *data plane (forwarding)* yang muncul dengan konsep *programmable*. Pada penelitian [1] dijelaskan bahwa perangkat jaringan tradisional seperti *router* dan *switch*, dapat mengambil keputusan *routing* dan penerusan (*forwarding*) paket. Sedangkan pada jaringan *Software Defined Network* komponen *data plane* dan *control plane* dipisah, oleh karena itu pengambilan keputusan *routing* tersebut hanya dilakukan oleh *controller* dan *switch* hanya memiliki kemampuan

forwarding paket dan tidak dapat membuat keputusan *routing*. Sisi lain di [1] juga telah di implementasikan algoritma Bellman-Ford untuk menentukan jalur terpendek antara dua *node* di jaringan *Software Defined Networking* menggunakan kontroler POX dan emulator Mininet. Selanjutnya, pada [6] juga telah diterapkan algoritma Bellman-Ford untuk menghitung jalur terpendek di *Software Defined Network* menggunakan emulator Mininet dan kontroler POX. Algoritma Bellman-Ford menghitung jalur terpendek dari *vertex* sumber ke *vertex* lain dalam *graph* berbobot.

SDN juga dibahas pada [7] yang menggunakan algoritma *routing* yang efisien berdasarkan segmen *routing* di jaringan *Software Defined Network*. Algoritma *routing* yang diusulkan adalah algoritma Bellman-Ford, yang digunakan untuk perhitungan jumlah *hop* dengan menggunakan bobot *link* setiap kali permintaan pengaturan *flow* (aliran) tiba di jaringan.

Berdasarkan ulasan hasil sebelumnya, maka penelitian ini akan melakukan analisis *quality of service* (QoS) dengan parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay* yang mengacu pada standarisasi QoS ITU-T yaitu G.1010 pada jaringan *Software Defined Network* menggunakan emulator mininet dan kontroler POX, serta mengimplementasikan algoritma Bellman-Ford untuk pencarian *shortest path* serta mengoptimalkan jaringan jika terjadi kegagalan *link*.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Merancang jaringan *Software Defined Network* menggunakan kontroler POX dan emulator mininet.
2. Mengimplementasikan algoritma Bellman-Ford pada jaringan *Software Defined Network*.
3. Melakukan analisis QoS jaringan *Software Defined Network* dengan parameter *throughput*, *delay*, dan *packet loss* yang mengacu pada standarisasi QoS ITU-T G.1010.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian tugas akhir adalah :

1. Dapat menjadi solusi *routing* untuk mengoptimalkan jaringan dengan algoritma Bellman-Ford pada mekanisme TE jika terjadi kegagalan *link* atau *node* mati pada jaringan *Software Defined Network*.
2. Dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka didapatkan perumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana mengimplementasikan algoritma Bellman-Ford untuk pencarian jalur terpendek (*shortest path*) pada jaringan *Software Defined Network*.
2. Bagaimana hasil kualitas layanan (QoS) jaringan *Software Defined Network* pada topologi *single* dan *custom*.

1.5 Batasan Masalah

Selain perumusan masalah diatas, juga terdapat batasan masalah pada tugas akhir ini, antara lain :

1. Jaringan *Software Defined Network* dibangun secara simulasi.
2. *Tools* yang digunakan untuk membangun jaringan *Software Defined Network*, yaitu Mininet emulator yang bertindak sebagai *data plane*, POX sebagai *controller*, D-ITG adalah *traffic generator* yang digunakan untuk mengukur QoS layanan TCP dan UDP pada jaringan *Software Defined Network*, serta wireshark digunakan untuk meng-*capture* paket.
3. Protokol yang digunakan untuk komunikasi antara *controller plane* dan *data plane* pada jaringan *Software Defined Network* adalah OpenFlow.
4. Algoritma *routing* yang diterapkan untuk rekayasa trafik adalah algoritma Bellman-Ford dan tidak dibandingkan dengan algoritma lainnya.
5. Topologi yang dibuat merupakan topologi *single* dan *custom*.
6. Pada topologi *custom* pengujian algoritma Bellman-Ford pada *controller* POX menggunakan perintah PING.

7. Pengujian menggunakan perintah PING difokuskan hanya untuk mengetahui jalur terpendek pada topologi *custom* jaringan *Software Defined Network*.
8. Parameter yang akan dianalisis untuk QoS layanan TCP dan UDP adalah *throughput*, *delay*, dan *packet loss* yang mengacu pada standarisasi QoS ITU-T G.1010.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir akan melewati beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap Pertama (Studi Pustaka/*Literature*)

Tahap ini dilakukan setelah masalah yang akan dibahas telah sesuai dan relevan untuk dijadikan sebagai penelitian, dengan membaca artikel atau makalah penelitian yang berhubungan langsung dengan tugas akhir.

2. Tahap Kedua (Perancangan Sistem)

Pada tahapan ini merupakan tahapan mengenai bagaimana proses membangun sistem dengan menggunakan metode atau pendekatan tertentu. Selain itu, apa saja perangkat keras ataupun perangkat lunak yang digunakan, kemudian bagaimana proses perancangan sistem, selanjutnya bagaimana pula penerapan metode pada penelitian tugas akhir.

3. Tahap Ketiga (Pengujian)

Tahap ini merupakan tahap lanjutan dari proses perancangan yang telah dilakukan. Dengan melakukan pengujian berdasarkan metodologi penelitian sehingga didapatkan data hasil uji yang sesuai dan tepat secara konsep ataupun praktis.

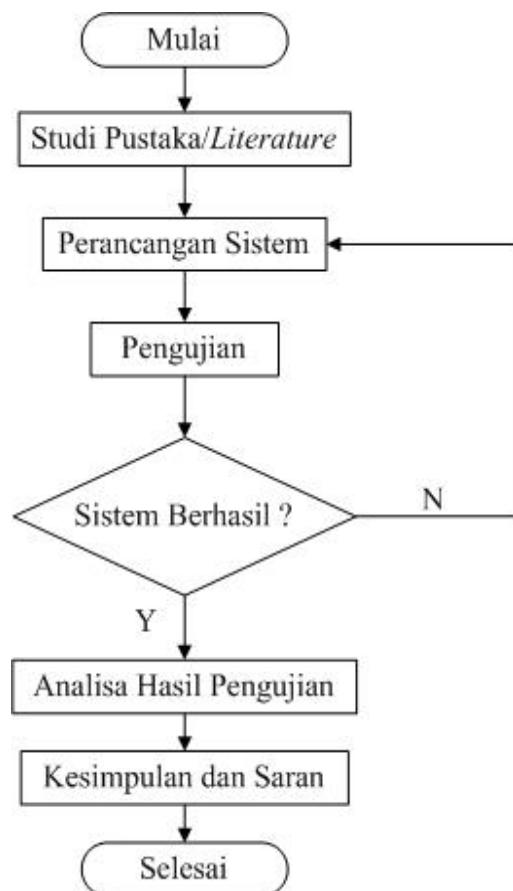
4. Tahap Keempat (Analisa)

Pada tahap ini adalah menganalisa data hasil pengujian berdasarkan parameter yang telah ditentukan, sehingga didapat hasil yang objektif dimana data diperoleh dari proses pengujian.

5. Tahap Kelima (Kesimpulan dan Saran)

Pada tahap ini akan dirumuskan suatu kesimpulan berdasarkan permasalahan, studi pustaka, metodologi penelitian dan analisis hasil pengujian. Kemudian beberapa saran yang dapat dijadikan landasan untuk penelitian lanjutan.

Pada Gambar 1.1, berikut ditampilkan metodologi penilitian secara visual dalam bentuk diagram alir yang merepresentasikan proses pelaksanaan penelitian :



Gambar 1.1 Diagram Alir Metode Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam proses penyusunan tugas akhir dan memperjelas konten dari setiap bab, maka dibuat suatu sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan penjelasan mengenai landasan topik penelitian yang meliputi Latar Belakang, Tujuan, Manfaat, Rumusan Masalah, dan Batasan Masalah. Selain itu termasuk juga Metodologi Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai dasar teori dari penelitian tugas akhir tentang sejarah *Software Defined Network*, definisi *Software Defined Network*, arsitektur *Software Defined Network*, konsep protokol OpenFlow, perangkat lunak untuk simulasi *Software Defined Network*, rekayasa trafik, VLAN, *shortest path algorithm*, algoritma Bellman-Ford, serta parameter pengujian QoS berupa *throughput*, *delay*, dan *packet loss* yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan sistematis, mengenai bagaimana penelitian dilakukan. Penjelasan pada bab ini tentang tahapan perancangan sistem dan penerapan metode penelitian.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian yang dilakukan serta analisis dari data yang didapat dari hasil pengujian. Analisis data yang akan dilakukan yaitu berdasarkan parameter yang telah ditentukan sebelumnya yaitu *throughput*, *delay* dan *packet loss* yang mengacu pada standarisasi QoS ITU-T G.1010.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan tentang hasil pengujian yang telah dilakukan, apakah hasilnya sesuai yang diharapakan pada BAB 1. serta berisi saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Shivendu, “Emulation of Shortest Path Algorithm in Software Defined Networking Environment,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 116, no. 1, pp. 47–49, 2015.
- [2] S. J. Al-Sadi, A., Al-Sherbaz, A., Xue, J. and Turner, “Routing algorithm optimization for Software Defined Network WAN,” *Al-Sadeq Int. Conf. Multidiscip. IT Commun. Sci. Appl.*, 2016.
- [3] P. Tantisarkhornkhet, W. Werapun, and B. Paillassa, “SDN Experimental on the PSU Network,” 2016.
- [4] I. F. Akyildiz, A. Lee, P. Wang, M. Luo, and W. Chou, “A roadmap for traffic engineering in SDN-OpenFlow networks,” *Comput. Networks*, vol. 71, pp. 1–30, 2014.
- [5] O. N. F. W. Paper, “Software-Defined Networking : The New Norm for Networks,” 2012.
- [6] S. M. Shamim, M. Badrul, A. Miah, A. Sarker, A. N. Bahar, and A. Sarker, “Simulation of Minimum Path Estimation in Software Defined Networking Using Mininet Emulator,” *Br. J. Math. Comput. Sci.*, vol. 21, no. 3, pp. 1–8, 2017.
- [7] M. Lee and J. Sheu, “An Efficient Routing Algorithm Based on Segment Routing in Software-Defined Networking,” *Comput. Networks*, 2016.
- [8] N. Feamster, J. Rexford, and E. Zegura, “The Road to SDN: An Intellectual History of Programmable Networks,” *ACM Sigcomm Comput. Commun.*, vol. 44, no. 2, pp. 87–98, 2014.
- [9] B. A. A. Nunes, M. Mendonca, X. Nguyen, K. Obraczka, and T. Turletti, “A Survey of Software-Defined Networking : Past , Present , and Future of Programmable Networks,” *IEEE Commun. Surv. TUTORIALS*, vol. 16, no. 3, pp. 1–18, 2014.
- [10] D. Kreutz *et al.*, “Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey,” *arXiv*, pp. 1–61, 2014.

- [11] W. Braun and M. Menth, “Software-Defined Networking Using OpenFlow: Protocols, Applications and Architectural Design Choices,” *Futur. Internet*, vol. 6, no. 2, pp. 302–336, 2014.
- [12] Rekha P and Dakshayini M, “A Study of Software Defined Networking with OpenFlow,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 122, no. 5, pp. 5–12, 2015.
- [13] A. E. Saputri, “Implementasi software defined network (sdn) pada sistem rekayasa trafik berbasis protokol openflow menggunakan algoritma dijkstra,” Universitas Sriwijaya, 2017.
- [14] M. Awaludin, E. Nugraha, A. Wiranata, and candra milad ridha Eislam, *SDN Software Defined Network*. Pesantren Networkers IDN, 2015.
- [15] C. Pal, “Implementation of Simplified Custom Topology Framework in Mininet,” *Asia-Pacific Conf. Comput. Aided Syst. Eng. Implement.*, pp. 48–53, 2014.
- [16] K. Kaur and S. Kaur, “Performance Analysis Of Python Based OpenFlow Controllers,” *Int. Conf. Electr. Electron. Eng. Trends, Commun. Optim. Sci.*, pp. 189–192, 2016.
- [17] I. Z. Bholebawa and U. D. Dalal, “Performance Analysis of SDN / OpenFlow Controllers : POX Versus Floodlight,” *Wirel. Pers. Commun.*, no. August, 2017.
- [18] F. S. Rechia, “An Evaluation of SDN Based Network Virtualization Techniques,” no. April, 2016.
- [19] R. Tulloh, R. M. Negara, and A. N. Hidayat, “Simulasi Virtual Local Area Network (VLAN) Berbasis Software Defined Network (SDN) Menggunakan POX Controller,” *J. Infotel*, vol. 7, no. 2, pp. 129–136, 2015.
- [20] S. Waleed, M. Faizan, M. Iqbal, and M. I. Anis, “Demonstration of Single Link Failure Recovery using Bellman Ford and Dijkstra Algorithm in SDN,” pp. 0–3, 207AD, 2017.
- [21] A. Madkour, W. G. Aref, F. U. Rehman, M. A. Rahman, and S. Basalamah, “A Survey of Shortest-Path Algorithms,” *arXiv*, pp. 1–26, 2017.
- [22] R. M. Negara and R. Tulloh, “Analisis Simulasi Penerapan Algoritma OSPF Menggunakan RouteFlow pada Jaringan Software Defined Network (SDN),” *J. Infotel*, vol. 9, no. 1, pp. 75–83, 2017.

- [23] N. Luthfihadi and A. Sani, “Analisis Kualitas Layanan Video Call Menggunakan Codec H.263 dan H.264 Terhadap Lebar Pita Jaringan yang Tersedia,” *Singuda Ensikom*, vol. 9 No. 3, no. 1, pp. 138–143, 2014.
- [24] V. Mehta and N. Gupta, “Performance Analysis of QoS Parameters for Wimax Networks,” *Int. J. Eng. Innov. Technol.*, vol. 1, no. 5, pp. 105–110, 2012.
- [25] M. S. Nurfatih, “Performasi Routing Protokol Berbasis Posisi GPSR, GyTar, dan SRPMT pada Perkotaan dengan Jaringan Vanet,” Universitas Sriwijaya, 2017.