

**ANALISA KEGAGALAN PERUTEAN PADA *ROUTING*
DENGAN CAMOR (*CONGESTION AWARE MULTIPATH
OPTIMAL ROUTING*) DI ARSITEKTUR *SOFTWARE
DEFINED NETWORK***

TUGAS AKHIR

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



**OLEH :
FAHRUL ROZI
09011181320022**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA KEGAGALAN PERUTEAN PADA *ROUTING*
DENGAN CAMOR (*CONGESTION AWARE MULTIPATH
OPTIMAL ROUTING*) DI ARSITEKTUR *SOFTWARE
DEFINED NETWORK***

TUGAS AKHIR

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

**Oleh :
FAHRUL ROZI
09011181320022**

Indralaya, September 2019

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer**

Pembimbing



**Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004**

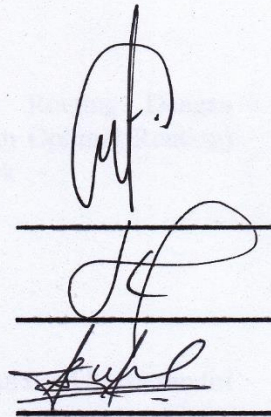
**Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T
NIP. 197604252010121001**

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :
Hari : Rabu
Tanggal : 31 Juli 2019

Tim Penguji :

1. **Ketua** : **Ahmad Zarkasi, M.T.**
2. **Anggota I** : **Huda Ubaya, M.T.**
3. **Anggota II** : **Sarmayanta Sembiring, M.T.**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer**



Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Fahrul Rozi

NIM : 09011181320022

Program Studi : Sistem Komputer

Judul Skripsi : Analisa Kegagalan Perutean Pada Routing Dengan CAMOR (Congestion Aware Multipath Optimal Routing) Di Arsitektur Software Defined Network

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 10%

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, September 2019

Yang menyatakan,



Fahrul Rozi
NIM. 09011181320022

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 **“Analisa Kegagalan Perutean Pada Routing Dengan CAMOR (Congestion Aware Multipath Optimal Routing) Di Arsitektur 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.

Selama penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak yang berupa bimbingan, saran, dan petunjuk. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terimakasih yang tak terhingga kepada semua yang membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Semoga apa yang telah diberikan oleh mereka mendapatkan balasan yang berlimpah dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada : Orang-orang tercinta, Kedua orang tua saya (ayahku Kgs. M. Husin S.Pd dan Ibuku Nyimas Emiyanti), terimakasih atas kasih sayang, semangat, ridha dan segalanya yang telah ayah ibu berikan serta saudara-saudara saya Usmi Sintara S.Pd ,Denny Irawan S.E dan Febriansyah yang telah menjadi penyemangat saya dalam mengerjakan skripsi ini. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Jaidan Jauhari, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
2. Bapak Rossi Passarella, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
4. Bapak Huda Ubaya, M.T. selaku Pembimbing Akademik
5. Bapak Ahmad Zarkasi, M.T. selaku Ketua Tim Penguji
6. Bapak Huda Ubaya, M.T. dan bapak Sarmayanta Sembiring, M.T. selaku Anggota Tim Penguji Tugas Akhir.

7. Bapak dan Ibu dosen jurusan Sistem Komputer yang telah memberikan pelajaran selama perkuliahan
8. Teruntuk teman-teman satu angkatan, khususnya Sistem Komputer kelas A, Imam Mustofa, S.Kom, Ahmad Kuswandi, S.Kom, Dwi Kurnia Putra, S.Kom, Elfa Purnamasari, S.Kom, Ulan Purnamasari, S.Kom, Kusuma Dwi Indriani, Ryan Fitrah Perdana, S.Kom, Eko Pratama, S.Kom, Erick Okvanty Haris, S.Kom, Tri Atmoko Malik Kurniawan, Yoppy Prayudha, Dede Tri Septiawan, S.Kom, Faris Abdul Aziz, S.Kom, M F Ilham Saputra, Andhika Riski Perdana, S.Kom, Sandi Sarfani, Agus Juliansyah, Indah Sari, S.Kom, Yayang Paryoga, Kholil Anggara, SKom, Rio Astani, Adi Suryan, Sri Suryani, S.Kom, Fepiliana, S.Kom, Leny Novita Sari, S.Kom, Meilinda Eka Suryani, S.Kom, Umi Yanti, S.Kom, Riki Andika, S.Kom, Nova Dyati Pradista, S.Kom, Lisa Mardaleta, S.Kom, Nur Rahma Dela, S.Kom, Saros Sakiana, Suci Anggraini, S.Kom. Semoga lekas sidang juga, sukses untuk kita semua.
9. Sahabat-Sahabat YPH ; Wahyu Setyadi Aditama, Erwan Saputra, Erwin Saputra S.Pi, Ibrahim Saleh, Muhammad Azhari, M Irfan Akbar, Arif Hidayat S.P, Al Huda ME, S.T, Jaka Wahyudi, Reiza Luthfiandri, Meidi YP, S.Pd , M.Sepriadi, S.H, Meidi DH, Ramli, Bayu, Efran, Ridwan dan Rahmat.
10. Serta semua pihak yang telah membatu baik moril maupun materil yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam penyelesaian tugas ahir ini. Terima kasih semuanya.

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, September 2019

Penulis

***ANALYSIS OF FAILURE ROUTING ON THE ROUTING WITH CAMOR
(CONGESTION AWARE MULTIPATH OPTIMAL ROUTING) IN
ARCHITECTURE SOFTWARE DEFINED NETWORK***

Fahrul Rozi (09011181320022)

Departement of Computer Engineering, Faculty of Computer Science
Sriwijaya University
Email: fahrul721@gmail.com

Abstract

This study discusses the performance of the Software Defined Network in optimizing multipath routing and avoiding congestion caused by traffic disruptions with CAMOR (Congestion Aware Multipath Optimal Routing). As a comparison the value of the test data is carried out in two categories namely before and after CAMOR implementation by using an ONOS (Open Network Operation System) controller and a mininet emulator. The parameters used as a reference for analysis in this study are the values of throughput, delay and packet loss. The comparison results of one of the tests, namely the H2 client test obtained is the average value of throughput 3,58 Mbps, 0,30 ms delay and 1,4% packet loss based on the category before CAMOR implementation and 7,42 Mbps throughput, delay 0,15 ms and 0% packet loss in the category after CAMOR implementation. Based on this it shows that there are differences in the value of the test results, which proves that the category after CAMOR implementation is better than the category before implementing CAMOR.

Kata Kunci : *Software Defined Network, Congestion, Multipath Routing.*

ANALISA KEGAGALAN PERUTEAN PADA ROUTING DENGAN CAMOR (CONGESTION AWARE MULTIPATH OPTIMAL ROUTING) DI ARSITEKTUR SOFTWARE DEFINED NETWORK

Fahrul Rozi (09011181320022)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya
Email: fahrul721@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas mengenai performansi jaringan *Software Defined Network* dalam mengoptimalkan *multipath routing* dan menghindari kemacetan yang disebabkan oleh gangguan trafik dengan CAMOR (*Congestion Aware Multipath Optimal Routing*). Sebagai pembandingan nilai data pengujian dilakukan dalam dua kategori yaitu sebelum dan sesudah implementasi CAMOR dengan menggunakan *controller ONOS (Open Network Operation System)* dan *emulator mininet*. Parameter yang digunakan sebagai acuan analisa pada penelitian ini adalah nilai *throughput*, *delay*, dan *packet loss*. Hasil perbandingan dari salah satu pengujian yaitu pada pengujian *client H2* yang diperoleh adalah nilai rata-rata *throughput* 3,58 Mbps, *delay* 0,30 ms dan *packet loss* 1,4% berdasarkan kategori sebelum implementasi CAMOR dan *throughput* 7,42 Mbps, *delay* 0,15 ms dan *packet loss* 0% pada kategori sesudah implementasi CAMOR. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa adanya perbedaan nilai hasil pengujian, yang membuktikan bahwa kategori sesudah implementasi CAMOR lebih baik daripada kategori sebelum mengimplementasikan CAMOR.

Kata Kunci : *Software Defined Network, Kemacetan, Multipath Routing.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Software Defined Network	6
2.3 Arsitektur <i>Software Defined Network</i>	8
2.4 Openflow	9
2.4.1 <i>Openflow Switch</i>	11
2.4.2 <i>Openflow Controller</i>	12

2.5 <i>Open Network Operating System (ONOS)</i>	12
2.6 <i>Mininet Network Simulator</i>	14
2.7 <i>iPerf</i>	15
2.8 Masalah Kemacetan	16
2.9 <i>CAMOR (Congestion Aware Multipath Optimal Routing)</i>	17
2.10 Parameter Pengukuran	21
2.10.1 <i>Throughput</i>	21
2.10.2 <i>Packet Loss</i>	22
2.10.3 <i>Delay</i>	22

BAB III METODOLOGI

3.1 Pendahuluan.....	23
3.2 Kerangka Kerja	23
3.3 Perancangan Sistem	25
3.3.1 Perancangan Topologi.....	26
3.3.2 Spesifikasi Perangkat Keras	27
3.3.3 Spesifikasi Perangkat Lunak	27
3.3.4 Integrasi Emulator Mininet dan Onos <i>Controller</i>	28
3.4 Skenario Rekayasa Trafik	32
3.4.1 Rekayasa Trafik Jaringan Tanpa Kemacetan	33
3.4.2 Rekayasa Trafik Jaringan kemacetan.....	34
3.5 Implementasi CAMOR	34
3.6 Pengujian dan Analisis.....	35
3.7 Kesimpulan dan Saran	35

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pendahuluan.....	36
4.2 Pengujian Skenario Pertama	36
4.2.1 Data Hasil Pengujian Tanpa Kemacetan	38
4.2.1.1 <i>Throughput</i> Tanpa Kemacetan.....	37
4.2.1.2 <i>Delay</i> Tanpa Kemacetan.....	39

4.2.1.3 Packet loss Tanpa Kemacetan	40
4.3 Pengujian Skenario Kedua	41
4.3.1 Data Hasil Pengujian dengan kategori sebelum.....	41
4.3.1.1 Hasil Throughput dengan Kategori Sebelum	42
4.3.1.2 Hasil Delay dengan Kategori Sebelum	43
4.3.1.3 Hasil Packet loss dengan Kategori Sebelum	44
4.3.2 Ringkasan Hasil kategori sebelum implementasi CAMOR.....	46
4.3.3 Data Hasil Pengujian dengan kategori sesudah	48
4.3.3.1 Hasil Throughput dengan Kategori Sesudah	52
4.3.3.2 Hasil Delay dengan Kategori Sesudah	53
4.3.3.3 Hasil Packet loss dengan Kategori Sesudah	55
4.3.2 Ringkasan Hasil kategori sesudah implementasi CAMOR	56
4.4 Perbandingan data antara kategori sebelum dan sesudah	57
4.4.1 Data Throughput	57
4.4.2 Data Delay.....	59
4.4.3 Data Packet loss	60

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Perbandingan Jaringan Konvensional dan SDN	7
Gambar 2.2 Arsitektur <i>Software Defined Network</i>	8
Gambar 2.3 Arsitektur <i>OpenFlow</i>	10
Gambar 2.4 Skema Perangkat Openflow dan <i>Flow Table</i>	12
Gambar 2.5 Arsitektur ONOS.....	13
Gambar 2.6 Mekanisme <i>End to End Congestion Control</i>	17
Gambar 2.7 Arsitektur solusi CAMOR.....	18
Gambar 2.8 Algorithm CAMOR	19
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian	24
Gambar 3.2 Perancangan Sistem.....	25
Gambar 3.3 Topologi Penelitian	26
Gambar 3.4 Tampilan CLI ONOS <i>Controller</i>	28
Gambar 3.5 Tampilan Mininet (Mininet GUI)	29
Gambar 3.6 Tampilan Topologi pada Miniedit.....	30
Gambar 3.7 Penambahan Script hasil export	30
Gambar 3.8 Informasi Topologi yang dibuat.....	31
Gambar 3.9 Tampilan GUI ONOS <i>Controller</i>	31
Gambar 3.10 Aplikasi <i>Controller</i>	32
Gambar 3.11 Topologi	33
Gambar 3.12 Alur implementasi CAMOR	35
Gambar 4.1 Pemilihan jalur tanpa kemacetan	37
Gambar 4.2 Grafik <i>throughput</i> tanpa gangguan	38
Gambar 4.3 Grafik <i>delay</i> tanpa kemacetan	39
Gambar 4.4 Grafik <i>packet loss</i> tanpa kemacetan	41
Gambar 4.5 Grafik <i>throughput</i> dengan kategori sebelum.....	42
Gambar 4.6 Grafik <i>delay</i> dengan kategori sebelum.....	44
Gambar 4.7 Grafik <i>packet loss</i> dengan kategori sebelum.....	45

Gambar 4.8 Menginstall app pada ONOS.....	48
Gambar 4.9 Gangguan pada <i>link</i> yang dilewati H3 ke H12.....	51
Gambar 4.10 Perubahan <i>link</i> ketika terjadi kemacetan.....	51
Gambar 4.11 Grafik <i>throughput</i> dengan kategori sesudah	53
Gambar 4.12 Grafik <i>delay</i> dengan kategori	54
Gambar 4.13 Grafik <i>packet loss</i> dengan kategori sesudah	55
Gambar 4.14 Grafik perbandingan <i>throughput</i>	58
Gambar 4.15 Grafik perbandingan <i>delay</i>	59
Gambar 4.16 Grafik perbandingan <i>packet loss</i>	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Bidang <i>flow</i>	11
Tabel 2.2 Tipe <i>controller</i>	12
Tabel 2.3 Karakteristik mininet	15
Tabel 3.1 Parameter simulasi	27
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>hardware</i>	27
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>software</i>	28
Tabel 3.4 Skenario pengujian tanpa kemacetan.....	33
Tabel 3.5 Skenario pengujian kemacetan.....	34
Tabel 4.1 Hasil pengujian <i>throughput</i> tanpa kemacetan.....	37
Tabel 4.2 Hasil pengujian <i>delay</i> tanpa kemacetan	39
Tabel 4.3 Hasil pengujian <i>packet loss</i> tanpa kemacetan	40
Tabel 4.4 Hasil pengujian <i>throughput</i> dengan kategori sebelum.....	42
Tabel 4.5 Hasil pengujian <i>delay</i> dengan kategori sebelum.....	43
Tabel 4.6 Hasil pengujian <i>packet loss</i> dengan kategori sebelum.....	45
Tabel 4.7 Nilai rata-rata hasil pengukuran <i>client</i> H2 kategori sebelum.....	46
Tabel 4.8 Nilai rata-rata hasil pengukuran <i>client</i> H3 kategori sebelum.....	47
Tabel 4.9 Nilai rata-rata hasil pengukuran <i>client</i> H6 kategori sebelum.....	47
Tabel 4.10 Hasil <i>throughput</i> dengan kategori sesudah	52
Tabel 4.11 Hasil <i>delay</i> dengan kategori sesudah	54
Tabel 4.12 Hasil <i>packet loss</i> dengan kategori sesudah	55
Tabel 4.13 Nilai rata-rata hasil pengukuran <i>client</i> H2 kategori sesudah	56
Tabel 4.14 Nilai rata-rata hasil pengukuran <i>client</i> H3 kategori sesudah	56
Tabel 4.15 Nilai rata-rata hasil pengukuran <i>client</i> H6 kategori sesudah	57

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Source code topologi multipath

LAMPIRAN 2. Tabel informasi topologi

LAMPIRAN 3. Gambar hasil pengujian

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Software Defined Network (SDN) menjadi paradigma yang baru-baru ini muncul dan telah memperoleh peminat secara luas karena potensi yang menjanjikan untuk menyederhanakan manajemen dan kontrol jaringan komputer [1]. Jika dibandingkan dengan teknologi jaringan konvensional, teknologi SDN ini menciptakan jaringan yang fleksibel diprogram dengan memisahkan *control plane* dan *data plane*, dan mengekstrak fungsi kontrol secara kompleks dari perangkat jaringan [2].

Didalam *routing* terdapat masalah yaitu kegagalan jalur. Masalah tersebut terjadi ketika jalur yang menghubungkan antara *switch* atau *router* mengalami gangguan. kegagalan jalur dapat diakibatkan oleh pemutusan *link*, atau kemacetan yang disebabkan oleh pengiriman data secara berlebihan [3]. Dalam penelitian [3], telah diimplementasikan algoritma Dijkstra pada jaringan SDN untuk mencari jalur terpendek ketika terjadi kegagalan jalur. Pada penelitian [4] dijelaskan bahwa skema *routing* biasanya fokus pada menemukan jalur *routing* yang optimal, pada algoritma (*metric*) yang diinginkan. Dengan demikian lalu lintas selalu dialihkan melalui satu jalur tunggal (*single*). Pada [4] juga menggunakan *multipath routing* untuk pendekatan alternatif yang bekerja mendistribusikan lalu lintas diantara beberapa jalur “baik” alih-alih merutekan semua lalu lintas di sepanjang satu jalur “terbaik”.

SDN juga dibahas pada [5], yaitu dengan mengusulkan pendekatan *Congestion Aware Multipath Optimal Routing* (CAMOR) sebagai solusi untuk mengatasi kemacetan di dalam jaringan berbasis SDN dan menerapkan algoritma *Dijkstra* dalam penentuan rute terbaik dengan menggunakan *controller* ONOS. Namun pada penelitian tersebut belum mengevaluasi beberapa parameter seperti *delay* dan *packet loss*.

Berdasarkan ulasan penelitian sebelumnya, maka dalam tugas akhir ini peneliti akan menganalisis kegagalan jalur (*fail path*) pada jaringan *software defined network* (SDN) dengan pendekatan *Congestion Aware Multipath Optimal Routing* (CAMOR). Penelitian ini juga berfokus pada perancangan rute terpendek dan menganalisis perubahan link saat terjadi kegagalan jalur yang disebabkan karena adanya gangguan trafik pada link yang dilewatinya dalam jaringan SDN dengan menggunakan *controller* ONOS (*Open Network Operation System*) dan *emulator mininet* sehingga dapat meningkatkan kinerja jaringan secara keseluruhan dengan menghindari kemacetan.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang jaringan SDN menggunakan *emulator mininet* dan *ONOS controller*.
2. Bagaimana mensimulasikan rekayasa trafik untuk kondisi *congestion* (macet).
3. Cara kerja algoritma dalam jaringan SDN untuk menentukan jalur terpendek dengan CAMOR (*Congestion Aware Multipath Optimal Routing*).

1.3 Batasan Masalah

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

1. Pengujian simulasi *Software Defined Network* dilakukan menggunakan *emulator Mininet* dan *onos controller*.
2. Pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah pendekatan CAMOR (*Congestion Aware Multipath Optimal Routing*)
3. Parameter pengujian QoS pada kemacetan meliputi *throughput*, *delay* dan *packet loss*.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengamati perubahan *link* saat terjadi kemacetan pendekatan pada arsitektur *Software Defined Network* secara simulasi.
2. Menganalisa pendekatan CAMOR (*Congestion Aware Multipath Optimal Routing*) pada jaringan berbasis *Software Defined Network*.
3. Mendapatkan nilai QoS untuk referensi CAMOR (*Congestion Aware Multipath Optimal Routing*) pada jaringan berbasis *Software Defined Network*.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian tugas akhir adalah :

1. *Software Defined Network* merupakan salah satu solusi dalam menerapkan jaringan dengan keunggulan mengurangi biaya operasi, meminimalkan penggunaan perangkat keras, dan meminimalkan pengeluaran.
2. Sebagai solusi pada jaringan *Software Defined Network* dengan menggunakan pendekatan CAMOR (*Congestion Aware Multipath Optimal Routing*) dalam mencapai mencari optimasi pemetaan jalur dan menghindari kemacetan.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir yaitu:

1. Tahap Pertama (Studi Pustaka)

Tahap ini dilakukan dengan cara mengkaji dan mempelajari literatur dan referensi berupa naskah ilmiah, buku, internet dan lain-lain yang dapat menunjang metodologi dan pendekatan yang akan diterapkan pada penelitian tugas akhir.

2. Tahap Kedua (Perancangan Sistem)

Pada tahap penelitian ini membahas proses membangun sistem yang akan digunakan antara lain: metode dan pendekatan yang digunakan,

software dan *hardware*, proses pemrograman instalasi dan konfigurasi, serta penerapan jaringan Software Defined Network pada *emulator mininet* dengan menggunakan CAMOR (*Congestion Aware Multipath Optimal Routing*) sebagai pendekatan.

3. Tahap Ketiga (Pengujian)

Setelah semua sistem selesai dirancang, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian sesuai dengan batasan masalah dengan parameter-parameter pengujian yang telah ditentukan.

4. Tahap Keempat (Analisa)

Hasil dari pengujian pada tahap sebelumnya, selanjutnya akan dianalisa dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan pada hasil perancangan dan faktor penyebabnya sehingga dapat dilakukan pengembangan pada penelitian selanjutnya

5. Tahap Kelima (Kesimpulan dan Saran)

Pada tahap ini akan dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan studi pustaka, hasil perancangan sistem dan hasil analisa sistem, kemudian dihadirkan pula beberapa poin saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Pada laporan ini untuk mempermudah dalam proses penyusunan dan memperjelas isi dari tiap bab, maka dibuat suatu sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi penjabaran secara sistematis landasan topik yang diambil dalam tugas akhir ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kerangka teori dan kerangka berfikir dari penelitian tugas akhir yang akan dilakukan. Adapun dasar teori yang akan dibahas mengenai definisi dan arsitektur *Software Defined Network*, konsep dasar protokol *openflow*, definisi dan penerapan pendekatan CAMOR (*Congestion Aware Multipath Optimal Routing*) serta teori lainnya terkait dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan secara bertahap dan terperinci mengenai proses atau langkah-langkah yang meliputi perancangan sistem dan penerapan metode serta pendekatan penelitian.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan mengenai hasil pengujian yang telah dilakukan serta analisa terhadap hasil data yang diperoleh dari hasil pengujian, menganalisa data tersebut akan dilakukan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan tentang hasil penelitian yang dilakukan penulis, dan berisi jawaban dari tujuan yang ingin dicapai pada bab I (Pendahuluan). Serta saran sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

- [1] A. L. I. Malik, B. Aziz, M. O. Adda, and C. Ke, "Optimisation Methods for Fast Restoration of Software-Defined Networks," vol. 5, pp. 16111–16123, 2017.
- [2] Y. Fu *et al.*, "A Hybrid Hierarchical Control Plane for Flow-Based Large-Scale Software-Defined Networks," *IEEE Trans. Netw. Serv. Manag.*, vol. 12, no. 2, pp. 117–131, 2015.
- [3] E. P. Aprilianingsih, R. Primananda, and A. Suharsono, "Analisis Fail Path Pada Arsitektur Software Defined Network Menggunakan Dijkstra Algorithm," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 3, pp. 174–183, 2017.
- [4] R. Banner and A. Orda, "Multipath Routing Algorithms for Congestion Minimization," *IFIP Netw.*, no. February 2005, pp. 1–15, 2015.
- [5] S. A. R. Shah, W. Seok, J. Kim, S. Bae, and S. Y. Noh, "CAMOR: Congestion Aware Multipath Optimal Routing Solution by Using Software-Defined Networking," *2017 Int. Conf. Platf. Technol. Serv. PlatCon 2017 - Proc.*, vol. 2, no. 17, pp. 1–6, 2017.
- [6] M. Z. Naseer, "Modeling Control Traffic in Distributed Software Defined Networks," 2016.
- [7] I. A. Saputra, R. M. Rumani, and N. Hertiana, "Performance Analysis of Floyd-Warshall Algorithm on Software Defined Network (SDN)," *Fak. Tek. Elektro, Telkom Univ.*, vol. 16, no. 2, pp. 52–58, 2016.
- [8] S. Schaller and D. Hood, "Software defined networking architecture standardization," *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 54, pp. 197–202, 2017.
- [9] M. N. Abdulla and B. N. Shaker, "Comprehensive Study on Software Defined Network for Energy Conservation," *Int. J. Adv. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 5, no. 9, pp. 1–5, 2016.
- [10] M. Darianian, "experimental Evaluation of Two OpenFlow Controllers," *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1188–1197, 2017.
- [11] O. N. Foundation, "Software-Defined Networking: The New Norm for Networks [white paper]," *ONF White Pap.*, pp. 1–12, 2012.
- [12] D. Kreutz, F. M. V Ramos, P. E. Verissimo, C. E. Rothenberg, S. Azodolmolky, and S. Uhlig, "Software-defined networking: A comprehensive survey," *Proc. IEEE*, vol. 103, no. 1, pp. 14–76, 2014.
- [13] F. Ramadhan, R. Primananda, and W. Yahya, "Implementasi Routing

Berbasis Algoritme Dijkstra Pada Software Defined Networking Menggunakan Kontroler Open Network Operating System,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 7, pp. 2531–2541, 2018.

- [14] Thomas vachuska, “Open Network Operating System (ONOS),” *Archit. Overv. ON.LAB*, vol. 12, no. 4, pp. 1–16, 2013.
- [15] P. Wulandari, “MONITORING DAN ANALISIS QOS (QUALITY OF SERVICE) JARINGAN INTERNET PADA GEDUNG KPA POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA DENGAN METODE DRIVE TEST,” *Politek. Negeri Sriwij.*, vol. 4, no. 1, pp. 153–160, 2017.
- [16] F. H. Saputra, “Survei mekanisme congestion control pada transmission control protocol di software defined network,” *J. Ilmiah Teknol. Inf.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–9, 2018.
- [17] J. D. Danur, “Analisa Kinerja Jaringan Provider untuk Aplikasi Video Chatting (Studi Kasus di daerah Marpoyan),” *Jom FTEKNIK Jur. Tek. Elektro Univ. Riau*, vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2016.